

DERWENT-ACC-NO: 1997-183928  
DERWENT-WEEK: 199819  
\~4~COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD\~14~  
TITLE: Electrostatic charge device for image forming  
appts e.g. copier,  
printer - has rotating roller with spiral magnetic pole  
for recapturing  
electrostatic charge  
INVENTOR-NAME: EHARA, T; KARAKI, T ; KAWADA, M  
PRIORITY-DATA: 1995JP-0195382 (July 31, 1995)  
PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
US 5732313 A	March 24, 1998	N/A
036	G03G 015/02	
JP 09043934 A	February 14, 1997	N/A
027	G03G 015/02	

INT-CL (IPC): G03G015/02

ABSTRACTED-PUB-NO: JP09043934A

BASIC-ABSTRACT: The device has a contact electrostatic charge member (100) having a magnetic roller (102) with magnetic brush layer (101) on the surface. A voltage is applied to the charge member and a light sensor (104) is charged through brush layer.

The charge member and light sensor are rotated in the direction of arrow head.

The magnetic pole of the roller is made in spiral form, thus recapturing electrostatic charge.

ADVANTAGE - Prevents fine particles from entering into light sensitive body, thus avoiding reduction in clarity. Realises stable image. Ensures durability.

ABSTRACTED-PUB-NO: US 5732313A

EQUIVALENT-ABSTRACT: The device has a contact electrostatic charge member (100) having a magnetic roller (102) with magnetic brush layer (101) on the surface. A voltage is applied to the charge member and a light sensor (104) is charged through brush layer.

The charge member and light sensor are rotated in the direction of arrow head. The magnetic pole of the roller is made in spiral form, thus recapturing electrostatic charge.

ADVANTAGE - Prevents fine particles from entering into light sensitive body, thus avoiding reduction in clarity. Realises stable image. Ensures durability.

TIX:  
Electrostatic charge device for image forming appts e.g. copier, printer - has rotating roller with spiral magnetic pole for recapturing electrostatic charge

IPC:  
G03G015/02

ABTX:  
The charge member and light sensor are rotated in the direction of arrow head. The magnetic pole of the roller is made in spiral form, thus recapturing electrostatic charge.

ABEQ:  
The charge member and light sensor are rotated in the direction of arrow head. The magnetic pole of the roller is made in spiral form, thus recapturing electrostatic charge.

TTX:

ELECTROSTATIC CHARGE DEVICE IMAGE FORMING APPARATUS

COPY PRINT ROTATING ROLL

SPIRAL MAGNETIC POLE ELECTROSTATIC CHARGE

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-43934

(43) 公開日 平成9年(1997)2月14日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>  
G 0 3 G 15/02

識別記号  
1 0 1

庁内整理番号

F I  
G 0 3 G 15/02

1 0 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平7-195382

(22) 出願日 平成7年(1995)7月31日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 河田 将也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 唐木 哲也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 江原 俊幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

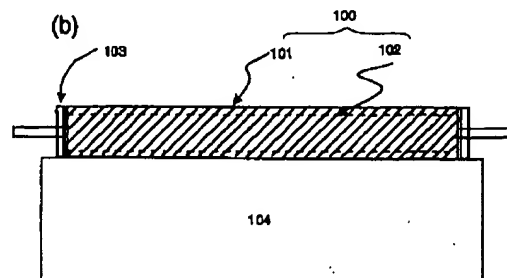
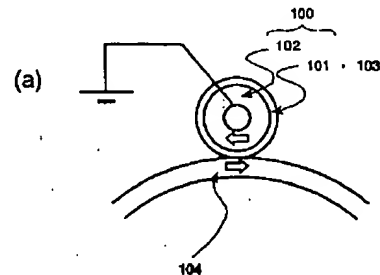
(74) 代理人 弁理士 近島 一夫

(54) 【発明の名称】 帯電装置および画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】接触帯電部材を構成する磁性粒子が感光体に付着すること起因する画像の劣化を防止する。

【解決手段】多極磁性体102と、磁性粉体からなる磁気ブラシ層101によって接触帯電部材100を構成する。帯電部材100に電圧を印加し、磁気ブラシ層101を介して感光体104を帯電する。帯電に際し、帯電部材100、感光体104を矢印方向に回転させる。多極磁性体102の磁極をらせん化することにより、帯電キャリアを再捕獲し、磁気粉体が感光体104に移動することによる減少を防止し、耐久性を向させる。これにより帯電キャリアが現像されてしまうこと、現像器中に混入し正規のトナー現像が妨げられること等による画質の低下を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周方向に複数の磁極を有する多極磁性体表面に磁性粉体を担持させて接触帯電部材を構成し、前記磁性粉体を被帯電体に接触させるとともに、前記接触帯電部材に電圧を印加して前記被帯電体を帯電する帯電装置において、前記多極磁性体の外周面における磁極の配置をらせん形に構成する、ことを特徴とする帯電装置。

【請求項2】 前記多極磁性体の周方向における相互に隣接する磁極の間隔が、前記磁性粉体と前記被帯電体との接触部における該磁性粉体の周方向の帯電ニップ幅以下になるように構成する、ことを特徴とする請求項1記載の帯電装置。

【請求項3】 前記多極磁性体を回転自在に支持するとともに、被帯電体に対する帯電時に前記多極磁性体を回転させる、ことを特徴とする請求項1または請求項2記載の帯電装置。

【請求項4】 前記磁性粉体を前記多極磁性体長軸方向中央側に搬送する機構を設けた、ことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか記載の帯電装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれか記載の帯電装置と、該帯電装置によって帯電される被帯電体とを備え、該被帯電体が、導電性支持体と、シリコン原子を母体として水素原子とハロゲン原子のうちの少なくとも一方を含有する非単結晶材料を有し光導電性を示す光導電層と、電荷を保持する機能を有する表面層を有する光受容層と、を備え、前記光導電層は、

10～30原子%の水素を含有し、少なくとも光の入射する部分においてサブバンドギャップ光吸収スペクトルから得られる指数関数データの特性エネルギーが50～60meV、局在状態密度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ で、表面層の電気抵抗値が $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ である、ことを特徴とする画像形成装置。

【請求項6】 前記被帯電体が、電荷保持粒子を含む表面層を有する電子写真感光体である、ことを特徴とする請求項5記載の画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被帯電体に接触配置した磁気ブラシに帯電電圧を印加することにより被帯電体を帯電させる帯電装置および画像形成装置に関する

る。

## 【0002】

## 【従来の技術】

## 1. 画像形成装置

画像形成装置としては、従来の、原稿を複写するいわゆる複写機に加え、近時、需要の伸びの著しいコンピュータ、ワードプロセッサの出力手段としてのプリンタが利用されている。このようなプリンタは、従来のオフィスユースはもちろん、さらにパーソナルユースが増大している。パーソナルユースにあつては、特に、低コスト、メンテナンスフリーといった経済性が重視されている。

【0003】さらに、エコロジーの観点から、環境対策や省エネルギーが経済性と同様の重要度で求められている。環境対策としてはオゾン発生量の低減などがあげられ、また、省エネの例としては、両面コピーや再生紙利用などによる紙の消費量の低減、さらには消費電力低減などがあげられている。

【0004】画像形成装置における従来の帯電方式の主流であったコロナ帯電器は、太さ50～100 $\mu\text{m}$ 程度の金属ワイヤに5～10kV程度の高電圧を印加してコロナ放電を生起させ、雰囲気電離して対向物を帯電させるものである。その放電過程において、ワイヤ自身が汚れを吸着するため、定期的な清掃、交換が必要となり、さらに、オゾンが多く発生する。

【0005】省エネルギーに関しては、上述に加え、感光体ヒータの問題もある。近年使用される電子写真感光体は、表面硬度を高くして耐刷枚数の増大が図られており、長期の使用に供される。このため、コロナ帯電器から繰り返し発生されるオゾンによってコロナ生成物が派生し、この影響で感光体表面が湿度に敏感となって水分を吸着しやすくなる。これが感光体表面の電荷の横流れの原因となり、画像流れといわれる画像品質低下を引き起こす。

【0006】このような画像流れを防止するために、実公平1-34205号公報に記載されているようなヒータによる加熱で感光体表面の水分をなくす方法や、特公平2-38956号公報で提案されているようなマグネットローラと磁性キャリアとで形成したブラシによって、また、特開昭61-100780号公報に記載があるように弾性ローラによって感光体表面を摺擦し、これらブラシや弾性ローラでコロナ生成物を払拭して除去する方法等が用いられてきた。

【0007】このうち後者の感光体表面を摺擦する方法は、極めて硬度の高いアモルファスシリコン感光体に対しては有効なものではあるが、このような装置の複雑化は、近時の強い要求である装置の小型化や低コスト化には不向きである。一方、前者のヒータによる常時加熱は、消費電力量の増大を招く。こうしたヒータの容量は通常15Wから80W程度と必ずしも大電力量ではないが、夜間も含め常時通電されているケースがほとんどで

あり、一日あたりの消費電力量としては、画像形成装置全体の消費電力量の5～15%にも達する。

【0008】なお、本発明に類似する形態での外部ヒータ加熱方式、すなわち、特開昭59-111179号公報や特開昭62-278577号公報に開示された加熱方式においても、感光体の温度変動に伴う画像濃度不安定要素の改善についてはなんらの開示もない。

【0009】また、こうした画像流れの元凶である前述のオゾンは、画像形成装置周囲の人や生物への健康に影響を与えることもあり、従来からオゾン除去フィルターで分解無害化して排出していた。特にパーソナルユースの場合、排出オゾン量は極力低減しなければならない。このように経済面からも帯電時の発生オゾン量を大幅に低減する方式が求められている。

【0010】こうした状況から、発生オゾン量が皆無または少ない帯電装置、消費電力の少ない除湿装置、さらにはこれらが装着された画像形成装置が求められている。

## 2. 帯電装置

前述の問題点を解決すべく、各種帯電装置が提案されている。

【0011】特開昭63-208878号公報に記載されているような接触帯電装置は、電圧を印加した帯電部材を感光体等の被帯電体に当接させて被帯電面を所用の電位に帯電するもので、帯電装置として広く利用されている前述のコロナ帯電器に比べ、第1に、被帯電面に所望の電位を得るのに必要とされる印加電圧の低電圧化が図れること、第2に、帯電過程で発生するオゾン量が皆無ないし極微量でありオゾン除去フィルターを装着する必要性がなくなること、そのため装置の排気系の構成が簡素化されること、メンテナンスフリーであること、第3に、帯電過程において発生したオゾンおよびオゾン生成物が被帯電面である像担持体、例えば感光体表面に付着し、コロナ生成物の影響で感光体表面が湿度に敏感となり水分を吸着しやすくなることによる、表面の低抵抗化による画像流れを防止するため、終日行われている加熱ヒータによる除湿の必要性がなくなること、そのため夜間通電等の電力消費の大幅な低減が図れること、等の長所を有している。

【0012】そこで、このような長所を有する接触帯電装置は、例えば、電子写真方式の画像形成装置（複写機、レーザビームプリンタ等）や静電記録方式の画像形成装置において、感光体や誘電体等の像担持体、その他の被帯電体を帯電処理する手段としてコロナ帯電器に代わるものとして注目され、実用化されている。

【0013】従来、接触帯電装置としては、ブレードやシート状の固定式の帯電部材を被帯電体に当接させ、これにバイアスを印加して帯電を行うものが周知である。

【0014】図8に、ブレードを使用するものの一実施態様を示す。801はドラム型の電子写真感光体（以下

適宜単に「感光体」という）であり、矢印A方向（時計回り方向）に所定の周速度（プロセススピード）にて回転駆動される。802は接触帯電部材であり、電極802-1およびその帯電面に形成した抵抗層802-2とからなる。

【0015】電極802-1は、通常、アルミニウム、アルミニウム合金、真鍮、銅、鉄、ステンレス等の金属や、樹脂、セラミック等の絶縁材料に導電処理を施した、すなわち、金属をコーティングしたり、導電性塗料を塗布したりしたものを用いる。

【0016】抵抗層802-2は、ポリプロピレン、ポリエチレン等の樹脂や、シリコンゴム、ウレタンゴム等のエラストマーに、酸化チタン、炭素粉、金属粉等の導電性フィラーを分散させたものが一般的に用いられる。

【0017】この抵抗層802-1は、その抵抗値がHIOKI社（メーカー）製のMΩテスターで0.25～1kVの印加電圧における測定にて、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ となるように形成する。

【0018】803は接触帯電部材802に対して電圧を印加する電源であり、この電源803によって、帯電開始電圧の2倍以上のピーク間電圧 $V_{pp}$ を有する振動電圧 $V_{ac}$ と直流電圧 $V_{dc}$ とを重ねた帯電電圧（ $V_{ac} + V_{dc}$ ）が電極802-1に印加され、これにより、回転駆動されている感光体801の表面（外周面）が均一に帯電される。

【0019】さらに、画像信号に応じて強度変調されるレーザビーム（露光光）805が走査されることによって感光体801上に静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像剤（トナー）が塗布された現像スリーブ806によってトナー像として顕画像化された後、転写材807上に転写ローラ808を介して転写される。トナー像転写後の転写材807は、定着器（不図示）によって表面のトナー像が定着された後、装置本体（不図示）外部に排出される。一方、トナー像転写後の感光体801は、表面の転写残トナーがクリーニングブレード809によって除去され次の画像形成に供される。

【0020】しかしながら、上述の接触帯電部材802によると、この接触帯電部材802が感光体801表面に直接的に摺擦されて摩擦の影響が大きいため、長期的使用による接触帯電部材802の摩耗量が多く、定期的な交換が必要となる。近年、画像形成装置に広く用いられ始めたアモルファスシリコン感光体は半永久的な寿命を有しており、接触帯電部材802の交換は装置のメンテナンスフリーの律速となる問題であり、改善が強く求められていた。

【0021】その解決策として、接触帯電部材のさまざまな改善といった進み方の中で、特開昭59-133569号公報等のように、磁性体と磁性粉体（あるいは粒子）からなる磁気ブラシ状の接触帯電部材を感光体に接触させてこれを帯電するという新たな方式が提案されて

いる。

【0022】図9(a)、(b)にその一実施態様を示す。なお、同図(a)は感光体901および接触帯電部材902の側面図であり、また同図(b)は接触帯電部材902の正面図である。ドラム状の感光体901は、矢印A方向(同図中、時計回り方向)に所定の周速度(プロセススピード)にて回転駆動される。接触帯電部材902は、多極磁性体902-2と、その帯電面(表面)に担持された磁性粉体からなる磁気ブラシ層902-1とによって構成されている。

【0023】多極磁性体902-2は、通常、フェライト磁石、ゴムマグネット等の磁性材料を用い、円筒状の、いわゆるマグネットローラのごとく構成される。

【0024】磁気ブラシ層902-1は、磁性酸化鉄(フェライト)粉、マグネタイト粉、周知の磁性トナー材等が一般的に用いられる。

【0025】これらによって構成される接触帯電部材902の抵抗値は、その使用される環境、高帯電効率、あるいは感光体902の表面層の耐圧特性等に応じて適宜選択されることが望ましい。

【0026】感光体901と多極磁性体902-2との最近接間隙は、磁気ブラシ層902-1が感光体901表面に接触する接触幅(以下「帯電ニップ」という)を安定に制御するため、一定の距離に安定的に設定される必要がある。この距離は、50~2000 $\mu$ mの範囲が好ましく、より好ましくは100~1000 $\mu$ mである。

【0027】903は接触帯電部材902に対して電圧を印加する電源であり、この電源903により直流電圧 $V_{dc}$ が多極磁性体902-2、磁気ブラシ層902-1に印加されて、回転駆動されている感光体901の外周面(表面)が均一に帯電される。

【0028】さらに、画像信号に応じて強度変調されるレーザビーム(露光光)905が走査されることによって感光体901上に静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像剤(トナー)が塗布された現像スリーブ906によってトナー像として顕画像化された後、転写材907上に転写ローラ908を介して転写される。トナー像転写後の転写材907は、定着器(不図示)によって表面のトナー像が定着された後、装置本体(不図示)外部に排出される。一方、トナー像転写後の感光体901は、表面の転写残トナーがクリーニングブレード909によって除去され次の画像形成に供される。

【0029】上述の、接触帯電部材902を用いる方式によると、感光体901と接触帯電部材902との接触性、摩擦性などの特性が向上し、耐久劣化に対して機械的摩擦等の格段の向上が図られた。

### 3. 感光体

【有機光導電体(OPC)]電子写真感光体の光導電材料として、近年、種々の有機光導電材料の開発が進み、

特に電荷発生層と電荷輸送層を積層した機能分離型感光体は既に実用化され、複写機やレーザビームプリンタ等の画像形成装置に搭載されている。

【0030】しかしながら、これらの感光体は一般的に耐久性が低いことが1つの大きな欠点であるとされてきた。耐久性としては、感度、残留電位、帯電能、画像ぼけ等の電子写真物性面の耐久性と、摺擦による感光体表面の摩耗や引っ掻き傷等の機械的耐久性とに大別され、いずれも感光体の寿命を決定する大きな要因となっている。

【0031】このうち電子写真物性面の耐久性、特に画像ぼけに関しては、コロナ帯電器から発生するオゾン、 $\text{NO}_x$ 等の活性物質によって、感光体表面層に含有されている電荷輸送物質が劣化することが原因であることが知られている。

【0032】他方の機械的耐久性に関しては、感光層に対して紙、ブレード/ローラ等のクリーニング部材、トナー等が物理的に接触して摺擦することが原因であることが知られている。

【0033】電子写真物性面の耐久性を向上させるためには、オゾン、 $\text{NO}_x$ 等の活性物質により劣化されにくい電荷輸送物質を用いられることが重要であり、酸化電位の高い電荷輸送物質を選択することが知られている。また、他方の機械的耐久性を上げるためには、紙やクリーニング部材による摺擦に耐えるために、表面の潤滑性を上げて摩耗を小さくすること、トナーのフィルミング融着等を防止するために表面の離型性をよくすることが重要であり、フッ素系樹脂粉体、フッ化黒鉛、ポリオレフィン系樹脂粉体等の滑材を表面層に配合することが知られている。しかしながら、摩耗が著しく小さくなるとオゾン、 $\text{NO}_x$ 等の活性物質により生成された吸湿性物質が感光体表面に堆積し、その結果として表面抵抗が下がり、表面電荷が横方向に移動し、いわゆる画像流れを生ずるという問題があった。

【アモルファスシリコン系感光体(a-Si)]電子写真において、感光体における感光層を形成する光導電材料としては、高感度で、SN比[光電流( $I_p$ )/暗電流( $I_d$ )]が高く、照射する電磁波のスペクトル特性に適合した吸収スペクトルを有すること、光応答性が早く、所望の暗抵抗値を有すること、使用時において人体に対して無害であること、等の特性が要求される。特に、事務機としてオフィスで使用される画像形成装置内に組み込まれる画像形成装置用感光体の場合には、上述の使用時における無公害性は重要な点である。

【0034】このような点に優れた性質を示す光導電材料に水素化アモルファスシリコン(以下「a-Si:H」という)があり、例えば、特公昭60-35059号公報には画像形成装置用感光体としての応用が記載されている。

【0035】このような画像形成装置用感光体は、一般

的には、導電性支持体を50～400℃に加熱し、この支持体上に真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、熱CVD法、光CVD法、プラズマCVD法等の成膜法によりa-Siからなる光導電層を形成する。なかでもプラズマCVD法、すなわち、原料ガスを、直流または高周波あるいはマイクログロー放電によって分解し、支持体上にa-Si堆積膜を形成する方法が好適なものとして実用に付されている。

【0036】また、特開昭54-83746号公報においては、導電性支持体と、ハロゲン原子を構成要素として含むa-Si（以下「a-Si:X」という）光導電層からなる画像形成装置用感光体が提案されている。上述の公報においては、a-Siにハロゲン原子を1～40原子%含有させることにより、耐熱性が高く、画像形成装置用感光体の光導電層として良好な電気的、光学的特性を得ることができるとしている。

【0037】また、特開昭57-11556号公報には、a-Si堆積膜で構成された光導電層を有する光導電部材の、暗抵抗値、光感度、光応答性等の電気的、光学的、光導電的特性および耐湿性等の使用環境特性、さらには経時的安定性について改善を図るため、シリコン原子を母体としたアモルファス材料で構成された光導電層上に、シリコン原子および炭素原子を含む非光導電性のアモルファス材料で構成された表面障壁層を設ける技術が記載されている。さらに、特開昭60-67951号公報に、アモルファスシリコン、炭素、酸素およびフッ素を含有してなる透光絶縁性オーバーコート層を積層する感光体についての技術が記載され、特開昭62-168161号公報には、表面層として、シリコン原子と炭素原子と41～70原子%の水素原子を構成要素として含む非晶質材料を用いる技術が記載されている。

【0038】さらに、特開昭60-67951号公報には、アモルファスシリコン、炭素、酸素およびフッ素を含有してなる透光絶縁性オーバーコート層を積層する感光体についての技術が記載され、特開昭62-168161号公報には、表面層として、シリコン原子と炭素原子と41～70原子%の水素原子を構成要素として含む非晶質材料を用いる技術が記載されている。

【0039】さらに、特開昭57-158650号公報には、水素を10～40原子%含有し、赤外吸収スペクトルの2100cm<sup>-1</sup>と2000cm<sup>-1</sup>の吸収ピークの吸収係数比が0.2～1.7であるa-Si:Hを光導電層に用いることにより高感度で高抵抗な画像形成装置用感光体が得られることが記載されている。

【0040】一方、特開昭60-95551号公報には、アモルファスシリコン感光体の画像品質向上のために、感光体表面近傍の温度を30～40℃に維持して帯電、露光、現像および転写といった画像形成行程を行うことにより、感光体表面での水分の吸着による表面抵抗の低下とそれに伴って発生する高温画像流れを防止する

技術が開示されている。

【0041】これらの技術により、画像形成装置用感光体の電気的、光学的、光導電的特性および使用環境特性が向上し、それに伴って画像品質も向上してきた。

#### 4. 環境対策ヒータ

前述の感光体の高温画像流れを防止、除去するために、感光体内面に熱源を設けることが周知であり、最も一般的なのは、面状または棒状の電熱ヒータを円筒状感光体内面に配設するものである。

#### 10 【0042】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような電圧印加式の磁性粒子をブラシとして用いた帯電装置を感光体の帯電手段として利用した場合の問題点として、以下の点があげられる。

【0043】特に感光体901の回転速度が速い場合や、帯電電位と非帯電部との電位差が大きい場合、接触帯電部材902の耐久性が悪いことがあげられる。磁気ブラシ層902-1を構成する磁性粉体等のキャリア（以下「帯電キャリア」という）が帯電工程等、感光体901の回転中に感光体表面へ移動してしまい、この結果、帯電効率が低下し、現像後の画像上では、感光体902の回転方向に濃度差が見られるようになる。特に、アモルファスシリコン感光体のように高速で使用され、極めて長い寿命を有する感光体を用いた画像形成装置においては、接触帯電部材902の帯電キャリアの減少により画質が低下し、メンテナンスや接触帯電部材902の交換をせざるを得なくなってしまう。こうしたことはサービスコストの増加を招き、メンテナンスフリー化を阻害する問題である。

30 【0044】さらに、耐久時の縦スジ（以下「まだらスジ」という）がある。このまだらスジの発生メカニズムとしては以下のようなことが考える。

【0045】それは、多極磁性体902-2と帯電キャリアとの磁氣的吸引力に対し、感光体901の回転による摩擦等の機械的力、磁気ブラシ層902-1と感光体表面における非帯電部との電位差で生じる電界による電気的引力等によって、帯電キャリアが感光体902に移動し、そのいくらかは現像器の現像スリーブ906に磁氣的に吸引される。そして、画像形成枚数が増加するに従い、現像スリーブ906に吸引される帯電キャリアが増加し、現像器中の現像剤が感光体901表面に現像される際の妨げとなり、その結果まだらスジが発生する。

【0046】特開昭59-133569号公報では、感光体の回転方向で帯電器の下流側にブレードを設けて上述の帯電キャリアの再捕獲を行う機構が開示されているが、このことは、装置の小型化、低コスト化の障害となり、あるいは上述のごとくメンテナンスフリー化の妨げになるという問題がある。

50 【0047】そこで、本発明は、接触帯電部材を構成する磁性粉体（上述では帯電キャリア）が被帯電体（上述



では感光体)に付着することを、装置の大型化を招くことなく防止し、さらに、磁性粉体の被帯電体への付着に基づく画像不良を防止するようにした帯電装置および画像形成装置を提供することを目的とするものである。

【0048】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述事情に鑑みてなされたものであって、周方向に複数の磁極を有する多極磁性体表面に磁性粉体を担持させて接触帯電部材を構成し、前記磁性粉体を被帯電体に接触させるとともに、前記接触帯電部材に電圧を印加して前記被帯電体を帯電する帯電装置において、前記多極磁性体の外周面における磁極の配置をらせん形に構成する、ことを特徴とする。

【0049】この場合、前記多極磁性体の周方向における相互に隣接する磁極の間隙が、前記磁性粉体と前記被帯電体との接触部における該磁性粉体の周方向の帯電ニップ幅以下になるように構成するとよい。

【0050】また、前記多極磁性体を回転自在に支持するとともに、被帯電体に対する帯電時に前記多極磁性体を回転させるとよい。

【0051】さらに、前記磁性粉体を前記多極磁性体長軸方向中央側に搬送する機構を設けることができる。

【0052】次に、画像形成装置は、上述のいずれか記載の帯電装置と、該帯電装置によって帯電される被帯電体とを備え、該被帯電体が、導電性支持体と、シリコン原子を母体として水素原子とハロゲン原子のうちの少なくとも一方を含有する非単結晶材料を有し光導電性を示す光導電層と、電荷を保持する機能を有する表面層を有する光受容層と、を備え、前記光導電層は、10～30原子%の水素を含有し、少なくとも光の入射する部分においてサブバンドギャップ光吸収スペクトルから得られる指数関数データの特性エネルギーが50～60meV、局在状態密度が $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ で、表面層の電気抵抗値が $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ である、ことを特徴とする。

【0053】この場合、前記被帯電体を、電荷保持粒子を含む表面層を有する電子写真感光体とすることができる。

【0054】〔作用〕以上構成に基づき、第1に、多極磁性体の磁極をらせん形に構造することで、磁気ブラシ層中の帯電キャリアが感光体表面に移動するのを飛躍的に低減できる。

【0055】さらには、帯電ニップ中で磁極が複数存在するようならせん構造にすることで、被帯電体の回転中に被帯電体に移動した磁性粉体を回転下流側の磁極で再捕獲し、磁性粉体が接触帯電部材から被帯電体に移動して減少することを防止する。すなわち、磁性粉体が減ることによる接触帯電部材の劣化を防止する。

【0056】第2に、該多極磁性体を感光体の回転と同方向に回転される(したがって、当接面では各々逆方向

に移動する)ことで、磁性粉体の減少防止効果をさらに向上させることができる。

【0057】第3に、さらに、接触帯電部材中の磁性粉体の損失程度の分布にも着目し、磁気ブラシ層を構成する磁性粉体を、多極磁性体長軸方向で中央側に搬送する機構を設けることで、磁性粉体減少の大半を占める磁気ブラシ層端部からの損失を防止することができる。接触帯電部材以外の、帯電キャリア捕獲用装置が不要となり、画像形成装置の小型化、メンテナンスフリー化に有効である。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、図面に沿って、本発明の実施の形態について説明する。

〔帯電部材〕図1(a)、(b)は、それぞれ本発明にかかる帯電装置の接触帯電部材100の概略構成を示す側面図、正面図である。

【0059】同図において、100は接触帯電部材、101は接触帯電部材100を構成する帯電キャリア(磁性粉体)からなる磁気ブラシ層、102は接触帯電部材100の多極磁性体、103は多極磁性体102と感光体104とのギャップを規制するスペーサ、104は被帯電体としての感光体である。

【0060】多極磁性体102は、通常、フェライト磁石等の金属やプラスチックマグネット等の多極構成が可能な磁性体を用い、後述のように、らせん構造を有する。その磁力線密度はその使用するプロセススピード、印加電圧と被帯電部との電位差による電界、感光体104の誘電率や表面性等多くの要因により異なるが、この多極磁性体102の表面から1mmの距離において測定される、磁極位置における磁力線密度で500G(ガウス)以上が好ましい。より好ましくは1000G以上である。

【0061】感光体104と多極磁性体102の最近接間隙は、磁気ブラシ層101の帯電ニップ(接触幅)を安定に制御するため、コロやスペーサ103等適宜な方法で、一定の距離に安定的に設定される必要がある。この距離は50～2000μmの範囲が好ましく、より好ましくは100～1000μmである。その他にニップ調整用にブレード等の機構を設けても良い。

【0062】接触帯電部材100の、上述の帯電キャリアからなる磁気ブラシ層101は、一般に、フェライト、マグネタイト等の磁性粉体、周知の磁性トナーのキャリアを使用することができる。この磁性粉体の粒径は一般に1～100μmのものが用いられる。好ましくは50μm以下である。また、流動性向上のため上述の粒径の範囲内で異なる粒径の帯電キャリアを混合して使用しても良い。

【0063】また、磁気ブラシ層101の抵抗は、帯電効率を良好に保持し、一方でリークボチや、感光体表面の微小欠陥から、帯電部材長軸方向で電位が低下してし

## 11

まうことの防止等のために $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ なる抵抗を有することが好ましい。より好ましくは $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ である。抵抗値の測定は、HIOKI社（メーカー）製のMΩテスターで0.25～1kVの印加電圧における測定にて行った。

【0064】感光体104は従来のものと同じものでも良いが、必要に応じて後述する新規な感光体を用いる。

【0065】本発明では、上述のような磁気ブラシ層101を用いた接触帯電部材100の多極磁性体102の磁極をらせん形に構成することにより、帯電ニップ中で静電引力、摩擦力等により感光体104に移動した帯電キャリアを感光体回転方向下流側の磁極で再捕獲し、これにより帯電キャリアの減少を防止するものである。

【0066】また、例えば図1(a)中の矢印のごとく、接触帯電部材100を回転させることで帯電ニップ内で多極磁性体102の磁極が帯電キャリアを捕獲する機会が増加し、再捕獲の効率が向上する。

【0067】また、接触帯電部材100の端部では、感光体104の非帯電部が隣接して存在し、接触帯電部材100との電位差が大きいことによる静電引力、さらに帯電キャリアが接触帯電部材100の外方向に押し込まれる影響等が重なって、帯電キャリアの減少率が高かったが、帯電キャリアを帯電部材長軸方向で中央側に搬送する機構を設けることで接触帯電部材100の端部での帯電キャリアの減少を効果的に防止することができる。

【0068】この作用により、プロセススピードや接触帯電部材100の帯電電位設定等の、画像形成条件の設定変更に対し、広範囲に対応できる接触型帯電システムの構築が可能となる。

〔感光体〕前述の問題を解決するための、一つの手段として、本出願人らは温度依存性が小さくかつ表面耐久性に優れた感光体を用い、長期にわたり極めて好適な画像安定化が達成されることを見いだした。

〔有機光導電体（OPC）〕本発明に用いた好適な感光体の一形態であるOPC感光体について以下に述べる。図11(e)は、本発明に利用する画像形成装置用感光体の層構成を説明するための模式的構成図である。

【0069】同図に示す画像形成装置用OPC感光体100は、感光体用としての円筒状支持体（以下適宜単に「支持体」という）1101の上に、感光層1102が設けられている。感光層1102は光導電層1103（電荷発生層1106および電荷輸送層1107）を有し、必要に応じて、保護層ないし表面層1104、および支持体1101と電荷発生層1106との間に中間層を設けて構成されている。

【0070】本発明に用いられるOPC感光体、すなわち表面層1104、光導電層1103、必要に応じて設けられる中間層のうち、特にその表面層1104は、前述の接触帯電部材100からの電荷注入を効率的に受容し、電荷を有効に保持することが必要である。本出願人

## 12

らは、高融点ポリエステル樹脂と硬化樹脂を混成させた材料、特に表面層1104では、高融点ポリエステル樹脂と硬化樹脂の混成材に $\text{SnO}_2$ など金属酸化物等の電荷保持粒子を分散させた材料がそれぞれの樹脂成分の特性を相乗的に作用させあい、こうした条件を満足することを見いだした。

【0071】本発明の電子写真感光体の表面層1104、光導電層1103（電荷輸送層1107、電荷発生層1106）の形成に用いる樹脂成分について説明する。

【0072】ポリエステルとは酸成分とアルコール成分との結合ポリマーであり、ジカルボン酸とグリコールとの縮合あるいはヒドロキシ安息香酸のヒドロキシ基とカルボキシ基とを有する化合物の縮合によって得られる重合体である。

【0073】酸成分としてテレフタル酸、イソフタル酸、ナフタレンジカルボン酸等の芳香族ジカルボン酸、コハク酸、アジピン酸、サバチン酸等の脂肪族ジカルボン酸、ヘキサヒドロテレフタル酸等の脂環族ジカルボン酸、ヒドロキシエトキシ安息香酸等のオキシカルボン酸等を用いることができる。

【0074】グリコール成分としては、エチレングリコール、トリメチレングリコール、テトラメチレングリコール、ヘキサメチレングリコール、シクロヘキサジメチロール、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール等を使用することができる。

【0075】なお、前述のポリエステル樹脂が実質的に線状である範囲でペンタエリスリトール、ロリメチロールプロパン、ピロメリット酸およびこれらのエステル形成誘導体の多官能化合物を共重合させても良い。

【0076】本発明に用いるポリエステル樹脂としては、高融点ポリエステル樹脂を用いる。

【0077】高融点ポリエステル樹脂としては、オルソクロロフェノール中36℃で測定した極限粘度が0.4dl/g以上、好ましくは0.5dl/g以上、さらに好ましくは0.65dl/g以上のものが用いられる。

【0078】好ましくは高融点ポリエステル樹脂としては、ポリアルキレンテレフタレート系樹脂があげられる。ポリアルキレンテレフタレート系樹脂は酸成分として、テレフタル酸、グリコール成分として、アルキレングリコールから主としてなるものである。

【0079】その具体例としては、テレフタル酸成分とエチレングリコール成分とから主としてなるポリエチレンテレフタレート（PET）、テレフタル酸成分と1,4-テトラメチレングリコール（1,4-ブチレングリコール）成分とから主としてなるポリブチレンテレフタレート（PBT）、テレフタル酸成分とジクロヘキサジメチロール成分とから主としてなるポリシクロヘキサジメチレンテレフタレート（PCT）等をあげることができる。他の好ましい高分子量ポリエステル樹脂と

しては、ポリアルキレンナフタレート系樹脂を例示できる。ポリアルキレンナフタレート系樹脂は酸成分としてナフタレンジカルボン酸成分とグリコール成分としてアルキレングリコール成分とから主としてなるものであって、その具体例としては、ナフタレンジカルボン酸成分とエチレングリコール成分とから主としてなるポリエチレンナフタレート（PEN）等をあげることができる。

【0080】高融点ポリエステル樹脂としては、その融点が好ましく160℃以上、特に好ましくは200℃以上のものである。

【0081】ポリエステル樹脂の他に、アクリル樹脂を使用しても良い。

【0082】また、バインダとして2官能アクリル、6官能アクリル、ホスフェゼン等が使用される。

【0083】これらの樹脂は、比較的結晶性が高く、硬化樹脂ポリマー鎖と高融点ポリマー鎖との相互の絡み合いが均一かつ密になって、高耐久性の表面層を形成できるものと考えられる。低融点ポリエステル樹脂等の場合には、結晶性が低いので、硬化樹脂ポリマー鎖との絡み合いの程度が大きいところと小さいところが生じ、耐久性が劣るものと考えられる。

【0084】表面層1104には、SnO<sub>2</sub>等の電荷保持材を分散させたものを用いた。使用条件等により適宜に選択された分散量を用い、抵抗値、帯電効率を制御することが好ましい。

【アモルファスシリコン系感光体（a-Si）】本発明に用いた好適な感光体の一形態であるアモルファスシリコン感光体について以下に述べる。

【0085】アモルファスシリコン感光体の光導電層のキャリアの挙動に着目し、バンドギャップ内の局在状態分布と帯電能の温度依存性や光メモリとの関係について鋭意検討した結果、光導電層の少なくとも光の入射する部分において、特定のエネルギー範囲の局在状態密度を一定範囲に制御することにより前述の目的を達成できるという知見を得た。すなわち、シリコン原子を母体とし、水素元素および／またはハロゲン原子を含有する非単結晶材料で構成された光導電層を有する感光体において、その層構造を特定化するように設計されて作製された感光体は、実用上著しく優れた特性を示すばかりでなく、従来の感光体と比べてみてもあらゆる点において凌駕していること、特に画像形成装置用の感光体として優れた特性を有していることを見いだした。

【0086】本発明の画像形成装置用感光体は、導電性支持体と、シリコン原子を母体とする非単結晶材料から成る光導電層を有する感光層とから構成され、光導電層は10～30原子%の水素を含み、光吸収スペクトルの指数関数データ（アーバックテイル）の特性エネルギー50～60meVであって、かつ局在状態密度が $1 \times 10^{14}$ ～ $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ であることを特徴としている。

【0087】上述したような構成をとるように設計され

た本発明の画像形成装置用感光体は、前述した諸問題点の全てを解決し得、極めて優れた電気的、光学的、光導電的特性、画像品質、耐久性および使用環境特性を示す。

【0088】一般的に、a-Si:Hのバンドギャップ内には、Si-Si結合の構造的な乱れにもとづくテイル（裾）単位と、Siの未結合手（ダングリングボンド）等の構造欠陥に起因する深い単位が存在する。これらの単位は電子、正孔の捕獲、再結合中心として働き、素子の特性を低下させる原因になることが知られている。

【0089】このようなバンドギャップ中の局在単位の状態を測定する方法として、一般に深単位分光法、等温容量過渡分光法、光熱偏向分光法、一定光電流法等が用いられている。中でも一定光電流法〔Constant Photocurrent Method:以下「CPM」という〕はa-Si:Hの局在単位に基づくサブギャップ光吸収スペクトルを簡便に測定する方法として有用である。

【0090】本出願人らは、CPMによって測定された光吸収スペクトルから求められる指数関数データの特性エネルギー（以下、「Eu」と略記する）や局在状態密度（以下「DOS」という）と感光体特性との相関を種々の条件に渡って調べた結果、EuおよびDOSがa-Si感光体の温度特性やメモリと密接な関係にあることを見いだし、本発明を完成するに至った。

【0091】ドラムヒータ等で感光体を加熱したときに帯電能が低下する原因として、熱励起されたキャリア（以下「熱励起キャリア」という）が帯電時の電界に引かれてバンド裾の局在単位やバンドギャップ内の深い局在単位への捕獲、放出を繰り返しながら表面に走行し、表面電荷を打ち消してしまうことがあげられる。この時、帯電器を通過する間に表面に到達する熱励起キャリアについては帯電能の低下にはほとんど影響がないが、深い単位に捕獲された熱励起キャリアは、帯電器を通過した後に表面へ到達して表面電荷を打ち消すために温度特性として観測される。また、帯電器を通過した後に熱励起された熱励起キャリアも表面電荷を打ち消し帯電能の低下を引き起こす。したがって、感光体の使用温度領域における熱励起キャリアの生成を抑え、なおかつ熱励起キャリアの走行性を向上させることが温度特性の向上のために必要である。

【0092】さらに、光メモリはブランク露光や像露光によって生じた光キャリアがバンドギャップ内の局在単位に捕獲され、光導電層内に該光キャリアが残留することによって生じる。すなわち、ある複写行程において生じた光キャリアのうち光導電層内に残留した光キャリアが、次の帯電時あるいはそれ以降に表面電荷による電界によって掃き出され、光の照射された部分の電位が他の部分よりも低くなり、その結果画、像上に濃淡が生じ

る。したがって、光キャリアが光導電層内に残留することなく、1回の複写行程で走行するように、光キャリアの走行性を改善しなければならない。

【0093】したがって、本発明のごとくEuおよび特定のエネルギー範囲のDOSを制御することにより、熱励起キャリアの生成が抑えられ、なおかつ熱励起キャリアや光キャリアが局在準位に捕獲される割合を小さくすることができるために上述のキャリア（以下「電荷キャリア」という）の走行性が著しく改善される。その結果、感光体の使用温度領域での温度特性が飛躍的に改善され、同時に光メモリの発生を抑制することができるために、感光体の使用環境に対する安定性が向上し、ハーフトーンが鮮明に出てかつ解像力の高い高品質の画像を安定し得ることができる。

【0094】以下、図面に従って本発明の光導電層について詳細に説明する。

【0095】図11(a)～(d)は、本発明の画像形成装置用感光体の層構成を説明するための模式的構成図である。

【0096】図11(a)に示す画像形成装置用感光体1100は、感光体用としての導電性支持体（支持体）1101の上に、感光層1102が設けられている。該感光層1102はa:H、Xからなり光導電性を有する光導電層1103で構成されている。

【0097】図11(b)は、本発明の画像形成装置用感光体1100の他の層構成を説明するための模式的構成図である。同図に示す画像形成装置用感光体1100は、感光体用としての支持体1101の上に、感光層1102が設けられている。該感光層1102はa-Si:H、Xからなり光導電性を有する光導電層1103と、アモルファスシリコン系の表面層1104とから構成されている。

【0098】図11(c)は、本発明の画像形成装置用感光体1100の別の層構成を説明するための模式的構成図である。同図に示す画像形成装置用感光体1100は、感光体用としての支持体1101の上に、感光層1102が設けられている。該感光層1102はa-Si:H、Xからなり光導電性を有する光導電層1103と、アモルファスシリコン系の表面層1104と、アモルファスシリコン系の電荷注入阻止層1105とから構成されている。

【0099】図11(d)は、本発明の画像形成装置用感光体1100のさらに別の層構成を説明するための模式的構成図である。同図に示す画像形成装置用感光体1100は、感光体用としての支持体1101の上に、感光層1102が設けられている。該感光層1102は光導電層1103を構成するa-Si:H、Xからなる電荷発生層1106および電荷輸送層1107と、アモルファスシリコン系の表面層1104とから構成されている。

（支持体）本発明において使用される支持体としては、導電性でも電気絶縁性であってもよい。導電性支持体としては、Al、Cr、Mo、Au、In、Nb、Te、V、Ti、Pt、Pd、Fe等の金属、およびこれらの合金、例えばステンレス等があげられる。また、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリアミド等の合成樹脂のフィルムまたはシート、ガラス、セラミック等の電気絶縁性支持体の少なくとも感光層を形成する側の表面を導電処理した支持体も用いることができる。

【0100】本発明において使用される支持体1101の形状は平滑表面あるいは凹凸表面の円筒状または板状無端ベルト状であることができ、その厚さは、所望通りの画像形成装置用感光体1100を形成し得るように適宜決定するが、画像形成装置用感光体1100としての可撓性が要求される場合には、支持体1101としての機能が充分発揮できる範囲内で可能な限り薄くすることができる。しかしながら、支持体1101は製造上および取り扱い上、機械的強度等の点から通常は10μm以上とされる。

【0101】特にレーザ光などの可干渉性光を用いて像記録を行う場合には、可視画像において現われる、いわゆる干涉縞模様による画像不良をより効果的に解消するために、帯電キャリアの減少が実質的にない範囲で支持体1101の表面に凹凸を設けてもよい。支持体1101の表面に設けられる凹凸は、特開昭60-168156号公報、同60-178457号公報、同60-225854号公報等に記載された公知の方法により作製される。

【0102】また、レーザ光などの可干渉光を用いた場合の干涉縞模様による画像不良をより効果的に解消する別の方法として、帯電キャリアの減少が実質的にない範囲で支持体1101の表面に複数の球状痕跡窪みによる凹凸形状を設けてもよい。すなわち、支持体1101の表面が画像形成装置用感光体1100に要求される解像力よりも微少な凹凸を有し、しかも該凹凸は、複数の球状痕跡窪みによるものである。支持体1101の表面に設けられる複数の球状痕跡窪みによる凹凸は、特開昭61-231561号公報に記載された公知の方法により作製される。

【0103】また、レーザ光等の可干渉光を用いた場合の干涉縞模様による画像不良をより効果的に解消するさらに別の方法として、感光層1102内、あるいは感光層1102の下側に光吸収層等の干渉防止層あるいは領域を設けてもよい。

（光導電層）本発明において、その目的を効果的に達成するために支持体1101上、必要に応じて下引き層（不図示）上に形成され、感光層1102の一部を構成する光導電層1103は真空堆積膜形成方法によって、

所望特性が得られるように適宜成膜パラメータの数値条件が設定されて作製される。具体的には、例えばグロー放電法（低周波CVD法、高周波CVD法またはマイクロ波CVD法等の交流放電CVD法、あるいは直流放電CVD法等）、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、光CVD法、熱CVD法などの数々の薄膜堆積法によって形成することができる。これらの薄膜堆積法は、製造条件、設備資本投資下の負荷程度、製造規模、作製される画像形成装置用感光体に所望される特性等の要因によって適宜選択されて採用されるが、

所望の特性を有する画像形成装置用感光体を製造するに当たっての条件の制御が比較的容易であることからしてグロー放電法、特にRF帯またはVHF帯の電源周波数を用いた高周波グロー放電法が好適である。

【0104】グロー放電法によって光導電層1103を形成するには、基本的にはシリコン原子(Si)を供給し得るSi供給用の原料ガスと、水素原子(H)を供給し得るH供給用の原料ガスおよび/またはハロゲン原子(X)を供給し得るX供給用の原料ガスを、内部が減圧にし得る反応容器内に所望のガス状態で導入して、該反応容器内にグロー放電を生起させ、あらかじめ所定の位置に設置されてある所定の支持体1101上にa-Si:H、Xからなる層を形成すれば良い。

【0105】また、本発明において光導電層1103中に水素原子および/またはハロゲン原子が含有されることが必要であるが、これはシリコン原子の未結合手を補償し、層品質の向上、特に光導電性および電荷保持特性を向上させるために必須不可欠であるからである。よって水素原子またはハロゲン原子の含有量、または水素原子とハロゲン原子の和の量はシリコン原子と水素原子および/またはハロゲン原子の和に対して10~30原子%、より好ましくは15~25原子%とされるのが望ましい。

【0106】本発明において使用されるSi供給用ガスとなり得る物質としては、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、Si<sub>4</sub>H<sub>10</sub>等のガス状態の、またはガス化し得る水素化珪素（シラン類）が有効に使用されるものとしてあげられ、さらに層作製時の取り扱い易さ、Si供給効率の良さ等の点でSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が好ましいものとしてあげられる。

【0107】そして、形成される光導電層1103中に水素原子を構造的に導入し、水素原子の導入割合の制御を一層容易になるように図り、本発明の目的を達成する膜特性を得るために、これらのガスにさらにH<sub>2</sub>および/またはHeあるいは水素原子を含む珪素化合物のガスも所望量混合して層形成することが必要である。また、各ガスは単独種のみでなく所定の混合比で複数種混合しても差し支えないものである。

【0108】また、本発明において使用されるハロゲン原子供給用の原料ガスとして有効なのは、例えばハロゲ

ンガス、ハロゲン化物、ハロゲンを含むハロゲン間化合物、ハロゲンで置換されたシラン誘導体等のガス状のまたはガス化し得るハロゲン化合物が好ましくあげられる。また、さらにはシリコン原子とハロゲン原子とを構成要素とするガス状のまたはガス化し得る、ハロゲン原子を含む水素化珪素化合物も有効なものとしてあげることができる。本発明において好適に使用し得るハロゲン化合物としては、具体的にはフッ素ガス(F<sub>2</sub>)、BrF、ClF、ClF<sub>3</sub>、BrF<sub>3</sub>、BrF<sub>5</sub>、IF<sub>3</sub>、IF<sub>7</sub>等のハロゲン間化合物をあげることができる。ハロゲン原子を含む珪素化合物、いわゆるハロゲン原子で置換されたシラン誘導体としては、具体的には、たとえばSiF<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>F<sub>6</sub>等のフッ化珪素が好ましいものとしてあげられることができる。

【0109】光導電層1103に含有される水素原子および/またはハロゲン原子の量を制御するには、例えば支持体1101の温度、水素原子および/またはハロゲン原子を含有させるために使用される原料物質の反応容器内へ導入する量、放電電力等を制御すればよい。

【0110】本発明においては、光導電層1103には必要に応じて伝導性を制御する原子を含有させることが好ましい。伝導性を制御する原子は、光導電層1103中に万遍なく均一に分布した状態で含有されても良いし、あるいは層厚方向には不均一な分布状態で含有している部分があっても良い。

【0111】前述の伝導性を制御する原子としては、半導体分野における、いわゆる不純物をあげることができ、p型伝導特性を与える周期律表III b族に属する原子（以下「第III b族原子」という）またはn型伝導特性を与える周期律表V bに属する原子（以下「第V b族原子」という）を用いることができる。

【0112】第III b族原子としては、具体的には、硼素(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、タリウム(Tl)等があり、特にB、Al、Gaが好適である。第V b族としては、具体的には燐(P)、砒素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等があり、特にP、Asが好適である。

【0113】光導電層1103に含有される伝導性を制御する原子の含有量としては、好ましくは $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^4$  原子ppm、より好ましくは $5 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^3$  原子ppm、最適には $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^3$  原子ppmとされるのが望ましい。

【0114】伝導性を制御する原子、例えば、第III b族原子あるいは第V b族原子を構造的に導入するには、層形成の際には、第III b族原子導入用の原料物質あるいは第V b族原子導入用の原料物質をガス状態で反応容器中に、光導電層1103を形成するための他のガスとともに導入してやれば良い。第III b族原子導入用の原料物質あるいは第V b族原子導入用の原料物質となり得る

ものとしては、常温常圧でガス状のまたは、少なくとも層形成条件下で容易にガス化し得るものが採用されるのが望ましい。

【0115】そのような第III b族原子導入用の原料物質として具体的には、硼素原子導入用としては、 $B_2H_6$ 、 $B_4H_{10}$ 、 $B_5H_9$ 、 $B_5H_{11}$ 、 $B_6H_{10}$ 、 $B_6H_{12}$ 、 $B_6H_{14}$ 等の水素化硼素、 $BF_3$ 、 $BCl_3$ 、 $BBR_3$ 等のハロゲン化硼素等があげられる。その他、 $AlCl_3$ 、 $GaCl_3$ 、 $Ga(CH_3)_3$ 、 $InCl_3$ 、 $TlCl_3$ 等もあげることができる。

【0116】第V b族原子導入用の原料物質として有効に使用されるのは、燐原子導入用としては、 $PH_3$ 、 $P_2H_4$ 等の水素化燐、 $PH_4I$ 、 $PF_3$ 、 $PF_5$ 、 $PCl_3$ 、 $PCl_5$ 、 $PBr_3$ 、 $PBr_5$ 、 $PI_3$ 等のハロゲン化燐があげられる。その他、 $AsH_3$ 、 $AsF_3$ 、 $AsCl_3$ 、 $AsBr_3$ 、 $AsF_5$ 、 $SbH_3$ 、 $SbF_3$ 、 $SbF_5$ 、 $SbCl_3$ 、 $SbCl_5$ 、 $BiH_3$ 、 $BiCl_3$ 、 $BiBr_3$ 等も第V b族原子導入用の出発物質の有効なものとしてあげられることができる。

【0117】また、これらの伝導性を制御する原子導入用の原料物質を必要に応じて $H_2$ および/または $He$ により希釈して使用しても良い。

【0118】さらに、本発明においては、光導電層1103に炭素原子および/または酸素原子および/または窒素原子を含有させることも有効である。炭素原子および/または酸素原子/およびまたは窒素原子の含有量はシリコン原子、炭素原子、酸素原子および窒素原子の和に対して好ましくは $1 \times 10^{-5} \sim 10$ 原子%、より好ましくは $1 \times 10^{-4} \sim 8$ 原子%、最適には $1 \times 10^{-3} \sim 5$ 原子%が望ましい。炭素原子および/または酸素原子および/または窒素原子は、光導電層中に万遍なく均一に含有されても良いし、光導電層の層厚方向に含有量が増加するような不均一な分布を持たせた部分があっても良い。

【0119】本発明において、光導電層1103の層厚は所望の電子写真特性が得られることおよび経済的効果等の点からの適宜所望に従って決定され、好ましくは $20 \sim 50 \mu m$ 、より好ましくは $23 \sim 45 \mu m$ 、最適には $25 \sim 40 \mu m$ とされるのが望ましい。

【0120】本発明の目的を達成し、所望の膜特性を有する光導電層1103を形成するには、Si供給用のガスと希釈ガスとの混合比、反応容器内のガス圧、放電電力ならびに支持体温度を適宜設定することが必要である。

【0121】希釈ガスとしては使用する $H_2$ および/または $He$ の流量は、層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、Si供給用ガスに対し $H_2$ および/または $He$ を、通常の場合 $3 \sim 20$ 倍、好ましくは $4 \sim 15$ 倍、最適には $5 \sim 10$ 倍の範囲に制御することが望ましい。

【0122】反応容器内のガス圧も同様に層設計に従

て適宜最適範囲が選択されるが、通常の場合 $1 \times 10^{-4} \sim 10$ Torr、好ましくは $5 \times 10^{-3} \sim 5$ Torr、最適には $1 \times 10^{-3} \sim 1$ Torrとするのが好ましい。

【0123】放電電力もまた同様に層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、Si供給用のガスの流量に対する放電電力を、通常の場合 $2 \sim 7$ 倍、好ましくは $2.5 \sim 6$ 倍、最適には $3 \sim 5$ 倍の範囲に設定することが望ましい。

【0124】さらに、支持体1101の温度は、層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、通常の場合、好ましくは $200 \sim 350^\circ C$ 、より好ましくは $230 \sim 330^\circ C$ 、最適には $250 \sim 310^\circ C$ とするのが望ましい。

【0125】本発明においては、光導電層を形成するための支持体温度、ガス圧の望ましい数値範囲として前述した範囲があげられるが、条件は通常は独立的に別々に決められるものではなく、所望の特性を有する感光体を形成すべく相互的且つ有機的関連性に基づいて最適値を決めるのが望ましい。

（表面層）本発明においては、上述のようにして支持体1101上に形成され光導電層1103の上に、さらにアモルファスシリコン系の表面層1104を形成することが好ましい。この表面層1104は自由表面1104aを有し、主に耐湿性、連続繰り返し使用特性、電気的耐圧性、使用環境特性、耐久性において本発明の目的を達成するために設けられる。

【0126】また、感光層1102を構成する光導電層1103と表面層1104とを形成する非晶質材料の各々がシリコン原子という共通の構成要素を有しているので、積層界面において化学的な安定性の確保が十分なされている。

【0127】表面層1104は、アモルファスシリコン系の材料であればいずれの材質でも可能であるが、例えば、水素原子(H)および/またはハロゲン原子(X)を含有し、さらに炭素原子を含有するアモルファスシリコン(以下「a-SiC:H、X」という)、水素原子(H)および/またはハロゲン原子(X)を含有し、さらに酸素原子を含有するアモルファスシリコン(以下「a-SiO:H、X」という)、水素原子(H)および/またはハロゲン原子(X)を含有し、さらに窒素原子を含有するアモルファスシリコン(以下「a-SiN:H、X」という)、水素原子(H)および/またはハロゲン原子(X)を含有し、さらに炭素原子、酸素原子、窒素原子の少なくとも一つを含有するアモルファスシリコン(以下「a-SiCON:H、X」という)等の材料が好適に用いられる。

【0128】本発明において、その目的を効果的に達成するために、表面層1104は真空堆積膜形成方法によって、所望特性が得られるように適宜成膜パラメータの数値条件が設定されて作成される。具体的には、例えば

## 21

グロー放電法（低周波CVD法、高周波CVD法またはマイクロ波CVD法等の交流放電CVD法、あるいは直流放電CVD法等）、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、光CVD法、熱CVD法などの数々の薄膜堆積法によって形成することができる。これらの薄膜堆積法は、製造条件、設備資本投資下の負荷程度、製造規模、作成される画像形成装置用感光体に所望される特性等の要因によって適宜選択されて採用されるが、感光体の生産性から光導電層と同等の堆積法によることが好ましい。

【0129】例えば、グロー放電法によってa-SiC:H、Xからなる表面層1104を形成するには、基本的にはシリコン原子(Si)を供給し得るSi供給用の原料ガスと、炭素原子(C)を供給し得るC供給用の原料ガスと、水素原子(H)を供給し得るH供給用の原料ガスおよび/またはハロゲン原子(X)を供給し得るX供給用の原料ガスを、内部を減圧にし得る反応容器内に所望のガス状態で導入して、該反応容器内にグロー放電を生起させ、あらかじめ所定の位置に設置された光導電層1103を形成した支持体1101上にa-SiC:H、Xからなる層を形成すれば良い。

【0130】本発明において用いる表面層1104の材質としてはシリコンを含有するアモルファス材料ならばいずれでも良いが、炭素、窒素、酸素より選ばれた元素を少なくとも一つ含むシリコン原子との化合物が好ましく、特にa-SiCを主成分としたものが好ましい。

【0131】表面層1104をa-SiCを主成分として構成する場合の炭素量は、シリコン原子と炭素原子の和に対して30~90%の範囲が好ましい。

【0132】また、本発明において表面層1104中に水素原子および/またはハロゲン原子が含有されることが必要であるが、これはシリコン原子の未結合手を補償し、層品質の向上、特に光導電性特性および電荷保持特性を向上させるために必須不可欠である。水素含有量は、構成原子の総量に対して通常の場合、30~70原子%、好適には35~65原子%、最適には40~60原子%とするのが望ましい。また、フッ素原子の含有量として、通常の場合0.01~15原子%、好適には0.1~10原子%最適には0.6~4原子%とされるのが望ましい。

【0133】これらの水素および/またはフッ素含有量の範囲内で形成される感光体は、実際面において従来にない格段に優れたものとして充分適用させ得られるものである。すなわち、表面層1104内に存在する欠陥（主にシリコン原子や炭素原子のダングリングボンド）は画像形成装置用感光体としての特性に悪影響を及ぼすことが知られている。例えば自由表面1104aから光導電層への電荷の注入による帯電特性の劣化、使用環境、例えば高い湿度のもので表面構造が変化することにより帯電特性の変動、例えば高い湿度のもとで表面構造

## 22

が変化することによる帯電特性の変動、さらにコロナ帯電時や光照射時に光導電層1103による表面層1104に電荷が注入され、前記表面層1104内の欠陥に電荷がトラップされることにより繰り返し使用時の残像現象の発生等がこの悪影響としてあげられる。

【0134】しかしながら表面層1104内の水素含有量を30原子%以上に制御することで表面層1104内の欠陥が大幅に減少し、その結果、従来に比べて電気的特性面および高速連続使用性において飛躍的な向上を図ることができる。

【0135】一方、前記表面層1104中の水素含有量が71原子%以上になると表面層1104の硬度が低下するために、繰り返し使用に耐えられなくなる。したがって、表面層1104中の水素含有量を前記の範囲内に制御することが格段に優れた所望の電子写真特性を得る上で非常に重要な因子の一つである。表面層1104中の水素含有量は、H<sub>2</sub>ガスの流量、支持体温度、放電パワー、ガス圧等によって制御し得る。

【0136】また、表面層1104中のフッ素含有量を0.01原子%以上の範囲に制御することで表面層1104内のシリコン原子と炭素原子の結合の発生をより効果的に達成することが可能となる。さらに、表面層1104中のフッ素原子の働きとして、コロナ等のダメージによるシリコン原子と炭素原子の結合の切断を効果的に防止することができる。

【0137】一方、表面層1104中のフッ素含有量が15原子%を超えると表面層1104内のシリコン原子と炭素原子の結合の発生の効果およびシリコン原子と炭素原子の結合の切断を防止する効果がほとんど認められなくなる。さらに過剰のフッ素原子が表面層1104中のキャリアの走行性を阻害するため、残留電位や画像メモリが顕著に認められてくる。したがって、表面層1104中のフッ素含有量を前記範囲内に制御することが所望の電子写真特性を得る上で重要な因子の一つである。表面層1104中のフッ素含有量は、水素含有量と同様にH<sub>2</sub>ガスの流量、支持体温度、放電パワー、ガス圧等によって制御し得る。

【0138】本発明の表面層1104の形成において使用されるシリコン(Si)供給用ガスとなり得る物質としては、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、Si<sub>4</sub>H<sub>10</sub>等のガス状態の、またはガス化し得る水素化珪素（シラン類）が有効に使用されるものとしてあげられ、さらに層作成時の取り扱い易さ、Si供給効率の良さ等の点でSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が好ましいものとしてあげられる。また、これらのSi供給用の原料ガスを必要に応じてH<sub>2</sub>、He、Ar、Ne等のガスにより希釈して使用しても良い。

【0139】炭素供給用ガスとなり得る物質としては、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>等のガス状態の、またはガス化し得る炭素水素が有効に使用されるも



のとしてあげられ、さらに層作成時の取り扱い易さ、C供給効率の良さ等の点で $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ が好ましいものとしてあげられる。また、これらのC供給用の原料ガスを必要に応じて $\text{H}_2$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Ne}$ 等のガスにより希釈して使用しても良い。

【0140】窒素または酸素供給ガスとなり得る物質としては、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 等のガス状態の、またはガス化し得る化合物が有効に使用されるものとしてあげられる。また、これらの窒素、酸素供給用の原料ガスを必要

に応じて $\text{H}_2$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Ne}$ 等のガスにより希釈して使用しても良い。

【0141】また、形成される表面層1104中に導入される水素原子の導入割合の制御を一層容易になるように図るために、これらのガスにさらに水素ガスまたは水素原子を含む珪素化合物のガスも所望量混合して層形成することが好ましい。また、各ガスは単独種のみでなく所定の混合比で複数種混合しても差し支えないものである。

【0142】ハロゲン原子供給用の原料ガスとして有効なのは、例えばハロゲンガス、ハロゲン化物、ハロゲンを含むハロゲン間化合物、ハロゲンで置換されたシラン誘導体等のガス状のまたはガス化し得るハロゲン化合物が好ましくあげられる。また、さらにはシリコン原子とハロゲン原子とを構成要素とするガス状のまたはガス化し得る、ハロゲン原子を含む水素化珪素化合物も有効なものとしてあげることができる。本発明において好適に使用し得るハロゲン化合物としては、具体的にはフッ素ガス( $\text{F}_2$ )、 $\text{BrF}$ 、 $\text{ClF}$ 、 $\text{ClF}_3$ 、 $\text{BrF}_3$ 、 $\text{BrF}_5$ 、 $\text{IF}_3$ 、 $\text{IF}_7$ 等のハロゲン間化合物をあげ

ることができる。ハロゲン原子を含む珪素化合物、いわゆるハロゲン原子で置換されたシラン誘導体としては、具体的には、例えば $\text{SiF}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{F}_6$ 等のフッ化珪素が好ましいものとしてあげることができる。

【0143】表面層1104中に含有される水素原子および/またはハロゲン原子の量を制御するには、例えば支持体1101の温度、水素原子および/またはハロゲン原子を含有させるために使用される原料物質の反応容器内へ導入する量、放電電力等を制御すればよい。

【0144】炭素原子および/または酸素原子および/または窒素原子は、表面層1104中に万遍なく均一に含有されても良いし、表面層1104の層厚方向に含有量が変化するような不均一な分布を持たせた部分があっても良い。

【0145】さらに本発明においては、表面層1104には必要に応じて伝導性を制御する原子を含有させることが好ましい。伝導性を制御する原子は、表面層1104中に万遍なく均一に分布した状態で含有されても良いし、あるいは層厚方向には不均一な分布状態で含有している部分があっても良い。

【0146】前記の伝導性を制御する原子としては、半導体分野における、いわゆる不純物をあげることができ、p型伝導性を与える周期律表III b族に属する原子(以下「第III b族原子」という)またはn型伝導特性を与える周期律表V b族に属する原子(以下「第V b族原子」という)を用いることができる。

【0147】第III b族原子としては、具体的には、硼素(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、タリウム(Tl)等があり、特にB、Al、Gaが好適である。第V b族原子としては、具体的には磷(P)、砒素(As)、アンチモン(Sb)、ヒスマス(Bi)等があり、特にP、Asが好適である。

【0148】表面層1104に含有される伝導性を制御する原子の含有量としては、好ましくは $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^3$  原子ppm、より好ましくは $1 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^2$  原子ppm、最適には $1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^2$  原子ppmとされるのが望ましい。伝導性を制御する原子、例えば、第III b族原子あるいは第V b族原子を構造的に導入するには、層形成の際に、第III b族原子導入用の原料物質あるいは第V b族原子導入用の原料物質をガス状態で反応容器中に、表面層1104を形成するための他のガスとともに導入してやれば良い。第III b族原子導入用の原料物質あるいは第V b族原子導入用の原料物質となり得るものとしては、常温常圧でガス状のまたは、少なくとも層形成条件下で容易にガス化し得るものが採用されるのが望ましい。そのような第III b族原子導入用の原料物質として具体的には、硼素原子導入用としては、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{B}_4\text{H}_{10}$ 、 $\text{B}_5\text{H}_9$ 、 $\text{B}_6\text{H}_{11}$ 、 $\text{B}_6\text{H}_{10}$ 、 $\text{B}_6\text{H}_{12}$ 、 $\text{B}_6\text{H}_{14}$ 等の水素化硼素、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{BBR}_3$ 等のハロゲン化硼素等があげられる。この他、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{GaCl}_3$ 、 $\text{Ga}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 、 $\text{InCl}_3$ 、 $\text{TlCl}_3$ 等もあげることができる。

【0149】第V b族原子導入用の原料物質として有効に使用されるのは、磷原子導入用としては、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{P}_2\text{H}_4$ 、等の水素化磷、 $\text{PH}_4\text{I}$ 、 $\text{PF}_3$ 、 $\text{PF}_5$ 、 $\text{PCl}_3$ 、 $\text{PCl}_5$ 、 $\text{PBr}_3$ 、 $\text{PBr}_5$ 、 $\text{PI}_3$ 等のハロゲン化磷があげられる。この他、 $\text{AsH}_3$ 、 $\text{AsF}_3$ 、 $\text{AsCl}_3$ 、 $\text{AsBr}_3$ 、 $\text{AsF}_5$ 、 $\text{SbH}_3$ 、 $\text{SbF}_3$ 、 $\text{SbF}_5$ 、 $\text{SbCl}_3$ 、 $\text{SbCl}_5$ 、 $\text{BiH}_3$ 、 $\text{BiCl}_3$ 、 $\text{BiBr}_3$ 等の第V b族原子導入用の出発物質の有効なものとしてあげることができる。

【0150】また、これらの伝導性を制御する原子導入用の原料物質を必要に応じて $\text{H}_2$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{Ne}$ 等のガスにより希釈して使用してもよい。

【0151】本発明における表面層1104の層厚としては、通常 $0.01 \sim 3 \mu\text{m}$ 、好適には $0.05 \sim 2 \mu\text{m}$ 、最適には $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ とされるのが望ましいものである。層厚が $0.01 \mu\text{m}$ よりも薄いと感光体を使用



中に摩耗等の理由により表面層1104が失われてしまい、3 $\mu$ mを超えると残留電位の増加等の電子写真特性の低下がみられる。

【0152】本発明による表面層1104は、その要求される特性が所望通りに与えられるように注意深く形成される。すなわち、Si、Cおよび/またはNおよび/またはO、Hおよび/またはXを構成要素とする物質はその形成条件によって構造的には結晶からアモルファスシリコンまでの形態を取り、電気物性的には導電性から半導体性、絶縁性までの間の性質を、また、光導電的性質から非光導電的性質までの間の性質を各々示すので、本発明においては、目的に応じた所望の特性を有する化合物が形成されるように、所望に従ってその形成条件の選択が厳密になされる。

【0153】例えば、表面層1104を耐圧性の向上を主な目的として設けるには、使用環境において電気絶縁性的挙動の顕著な非単結晶材料として作成される。

【0154】また、連続繰返し使用特性や使用環境特性の向上を主たる目的として表面層1104が設けられる場合には、上記の電気絶縁性の度合いはある程度緩和され、照射される光に対してある程度の感度を有する非単結晶材料として形成される。

【0155】さらに、帯電機構においては、表面層1104の低抵抗による画像流れを防止し、あるいは残留電位等の影響を防止するために、一方では帯電効率を良好にするために、層作成に際して、その低抵抗値を適宜に制御することが好ましい。

【0156】本発明の目的を達成し得る特性を有する表面層1104を形成するには、支持体1101の温度、反応容器内のガス圧を所望に従って、適宜設定する必要がある。

【0157】支持体1101の温度( $T_s$ )は、層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、通常の場合、好ましくは200~350℃、より好ましくは230~330℃、最適には250~300℃とするのが望ましい。

【0158】反応容器内のガス圧も同様に層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、通常の場合1 $\times 10^{-4}$ ~10 Torr、好ましくは5 $\times 10^{-3}$ ~5 Torr、最適には1 $\times 10^{-3}$ ~1 Torrとするのが好ましい。

【0159】本発明においては、表面層1101を形成するための支持体温度、ガス圧の望ましい数値範囲として前記した範囲があげられるが、条件は通常は独立的に別々に決められるものではなく、所望の特性を有する感光体を形成すべく相互的かつ有機的関連性に基づいて最適値を決めるのが望ましい。

【0160】さらに光導電層1103と表面層1104の間に、炭素原子、酸素原子、窒素原子の含有量を表面層1104より減らしたブラッキング層(下部表面層)を設けることも帯電能等の特性をさらに向上させるため

には有効である。

【0161】また、表面層1104と光導電層1103との間に炭素原子および/または酸素原子および/または窒素原子の含有量が光導電層1103に向かって減少するように変化する領域を設けても良い。これにより表面層1104と光導電層1103の密着性を向上させ、界面での光の反射による干渉の影響をより少なくすることができる。

(電荷注入阻止層)本発明の画像形成装置用感光体においては、導電性支持体1101と光導電層1103との間に、導電性支持体側からの電荷の注入を阻止する働きのある電荷注入阻止層1105を設けるのが一層効果的である。すなわち、電荷注入阻止層1105は感光層1102が一定極性の帯電処理をその自由表面1104aに受けた際、支持体側より光導電層側に電荷が注入されるのを阻止する機能を有し、逆の極性の帯電処理を受けた際にはそのような機能は発揮されない、いわゆる極性依存性を有している。そのような機能を付与するために、電荷注入阻止層1105には伝導性を制御する原子を光導電層1103に比べ比較的多く含有させる。

【0162】該層に含有される伝導性を制御する原子は、該層中に万遍なく均一に分布されても良いし、あるいは層厚方向には万遍なく含有されているが、不均一に分布する状態で含有している部分があってもよい。分布濃度が不均一な場合には、支持体側に多く分布するように含有させるのが好適である。

【0163】しかしながら、いずれの場合にも支持体1101の表面と平行面内方向においては、均一な分布で万遍なく含有されることが面内方向における特性の均一化を図る点からも必要である。

【0164】電荷注入阻止層1105に含有される伝導性を制御する原子としては、半導体分野における、いわゆる不純物をあげることができ、p型伝導性を与える周期律表III族に属する原子(以下「第III族原子」という)またはn型伝導特性を与える周期律表V族に属する原子(以下「第V族原子」という)を用いることができる。

【0165】第III族原子としては、具体的には、硼素(B)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、インジウム(In)、タリウム(Tl)等があり、特にB、Al、Gaが好適である。第V族原子としては、具体的には、燐(P)、砒素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等があり、特にP、Asが好適である。

【0166】本発明において電荷注入阻止層1105中に含有される伝導性を制御する原子の含有量としては、本発明の目的が効果的に達成できるように所望に従って適宜決定されるが、好ましくは10~1 $\times 10^4$  原子p.p.m、より好適には50~5 $\times 10^3$  原子p.p.m、最適には1 $\times 10^2$  ~1 $\times 10^3$  原子p.p.mとされるのが望

ましい。

【0167】さらに、電荷注入阻止層1105には、炭素原子、窒素原子および酸素原子の少なくとも一種を含有させることによって、該電荷注入阻止層1105に直接接触して設けられる他の層との間の密着性の向上をより一層図ることができる。

【0168】該層に含有される炭素原子または窒素原子または酸素原子は該層中に万遍なく均一に分布されても良いし、あるいは層厚方向には万遍なく含有されているが、不均一に分布する状態で含有している部分があつても良い。しかしながら、いずれの場合にも支持体1101の表面と平行面内方向においては、均一な分布で万遍なく含有されることが面内方向における特性の均一化を図る点からも必要である。

【0169】本発明における電荷注入阻止層1105の全層領域に含有される炭素原子および／または窒素原子および／または酸素原子の含有量は、本発明の目的が効果的に達成されるように適宜決定されるが、一種の場合はその量として、二種以上の場合はその総和として、好ましくは $1 \times 10^{-3} \sim 50$ 原子％、より好適には $5 \times 10^{-3} \sim 30$ 原子％、最適には $1 \times 10^{-2} \sim 10$ 原子％とされるのが望ましい。

【0170】また、電荷注入阻止層1105に含有される水素原子および／またはハロゲン原子は層内に存在する未結合手を補償し膜質の向上に効果を奏する。電荷注入阻止層1105中の水素原子またはハロゲン原子あるいは水素原子とハロゲン原子の和の含有量は、好適には1～50原子％、より好適には5～40原子％、最適には10～30％とするのが望ましい。

【0171】本発明において、電荷注入阻止層1105の層厚は所望の電子写真特性が得られること、および経済的效果等の点から好ましくは0.1～5 $\mu$ m、より好ましくは0.3～4 $\mu$ m、最適には0.5～3 $\mu$ mとされるのが望ましい。

【0172】本発明において、電荷注入阻止層1105を形成するには、前述の光導電層1103を形成する方法と同様の真空堆積法が採用される。

【0173】本発明の目的を達成し得る特性を有する電荷注入阻止層1105を形成するには、光導電層1103と同様にSi供給用のガスと希釈ガスとの混合比、反応容器内のガス圧、放電電力ならびに支持体1101の

を適宜設定することが必要である。

【0174】希釈ガスであるH<sub>2</sub>および／またはHeの流量は、層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、Si供給用ガスに対しH<sub>2</sub>および／またはHeを、通常の場合1～20倍、好ましくは3～15倍、最適には5～10倍の範囲に制御することが望ましい。

【0175】反応容器内のガス圧も同様に層設計に従って適宜範囲が選択されるが、通常の場合、 $1 \times 10^{-4} \sim 10$ Torr、好ましくは $5 \times 10^{-3} \sim 5$ Torr、最

適には $1 \times 10^{-3} \sim 1$ Torrとするのが好ましい。

【0176】放電電力もまた同様に層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、Si供給用のガスの流量に対する放電電力を、通常の場合1～7倍、好ましくは2～6倍、最適には3～5倍の範囲に設定することが望ましい。

【0177】さらに、支持体1101の温度は、層設計に従って適宜最適範囲が選択されるが、通常の場合、好ましくは200～350℃、より好ましくは230～330℃、最適には250～300℃とするのが望ましい。

【0178】本発明においては、電荷注入阻止層1105を形成するための希釈ガスの混合比、ガス圧、放電電力、支持体温度の望ましい数値範囲として前記した範囲があげられるが、これらの層作成ファクターは通常は独立的に別々に決められるものではなく、所望の特性を有する表面層1104を形成すべく相互的かつ有機的関連性に基づいて各層作成ファクターの最適値を決めるのが望ましい。

【0179】このほかに、画像形成装置用感光体においては、感光層1102の前記支持体1101側に、少なくともアルミニウム原子、シリコン原子、水素原子および／またはハロゲン原子が層厚方向に不均一な分布状態で含有する層領域を有することが望ましい。

【0180】また、画像形成装置用感光体においては、支持体1101と光導電層1103あるいは電荷注入阻止層1105との間の密着性の一層の向上を図る目的で、例えば、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiO<sub>2</sub>、SiO、あるいはシリコン原子を母体とし、水素原子および／またはハロゲン原子と、炭素原子および／または酸素原子および／または窒素原子を含む非晶質材料等で構成される密着層を設けても良い。さらに、前述のごとく、支持体1101からの反射光による干渉模様

の発生を防止するための光吸収層を設けても良い。

【0181】次に、感光層1102を形成するための装置および膜形成方法について詳述する。

【0182】図2は電源周波数としてRF帯を用いた高周波プラズマCVD法（以下「RF-PCVD」という）による画像形成装置用感光体の製造装置の一例を示す模式的な構成図である。図2に示す製造装置の構成は以下の通りである。

【0183】この装置は大別すると、堆積装置2100、原料ガス供給装置2200、反応容器2111内を減圧するための排気装置（不図示）から構成されている。堆積装置2100中の反応容器2111内には円筒状支持体2112、支持体加熱用ヒータ2113、原料ガス導入管2114が設置され、さらに高周波マッチングボックス2115が接続されている。

【0184】原料ガス供給装置2200は、SiH<sub>4</sub>、GeH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、PH<sub>3</sub>等の原料ガ

スのポンベ2221~2226とガスポンベのバルブ2231~2236、流入バルブ2241~2246、流出バルブ2251~2256、およびマスフローコントローラ2211~2216から構成され、各原料ガスのポンベ2221~2226は補助バルブ2260を介して反応容器2111内のガス導入管2114に接続されている。

【0185】この装置を用いた堆積膜の形成は、例えば以下のように行うことができる。

【0186】まず、反応容器2111内に円筒状支持体2112を設置し、排気装置、例えば真空ポンプ（不図示）により反応容器2111内を排気する。つづいて、支持体加熱用ヒータ2113により円筒状支持体2112の温度を200~350℃の所定の温度に制御する。

【0187】堆積膜形成用の原料ガスを反応容器2111に流入させるには、ガスポンベのバルブ2231~2236、反応容器2111のリークバルブ2117が閉じられていることを確認し、また、流入バルブ2241~2246、流出バルブ2251~2256、補助バルブ2260が開かれていることを確認して、まずメインバルブ2118を開いて反応容器2111およびガス配管2116内を排気する。

【0188】次に、真空計2119の読みが約 $5 \times 10^{-6}$  Torrになった時点で補助バルブ2260、流出バルブ2251~2256を閉じる。

【0189】その後、ガスポンベ2221~2226により各ガスをバルブ2231~2236を開いて導入し、圧力調整器2261~2266により各ガス圧を2 kg/cm<sup>2</sup>に調整する。次に、流入バルブ2241~2246を徐々に開けて、各ガスをマスフローコントローラ2211~2216内に導入する。

【0190】以上のようにして成膜の準備が完了した後、以下の手順で各層の形成を行う。

【0191】円筒状支持体2112が所定の温度になったところで流出バルブ2251~2256のうちの必要なものおよび補助バルブ2260を徐々に開き、ガスポンベ2221~2226から所定のガスを原料ガス導入管2114を介して反応容器2111内に導入する。次に、マスフローコントローラ2211~2216によって各原料ガスが所定の流量になるように調整する。その際、反応容器2111内の圧力が1 Torr以下の所定の圧力になるように真空計2119を見ながらメインバルブ2118の開口を調整する。内圧が安定したところで、周波数13.56 MHzのRF電源（不図示）を所望の電力に設定して、高周波マッチングボックス2115を通じて反応容器2111内にRF電力を導入し、グロー放電を生起させる。この放電エネルギーによって反応容器2111内に導入された原料ガスが分解され、円筒状支持体2112上にシリコンを主成分とする所定の堆積膜が形成されるところとなる。所望の膜厚の形成が行

われた後、RF電力の供給を止め、流出バルブを閉じて反応容器2111へのガスの流入を止め、堆積膜の形成を終える。

【0192】同様の操作を複数回繰り返すことによって、所望の多層構造の感光層が形成される。

【0193】それぞれの層を形成する際には必要なガス以外の流出バルブはすべて閉じられていることはいうまでもなく、また、それぞれのガスが反応容器2111内、流出バルブ2251~2256から反応容器2111に至る配管内に残留することを避けるために、流出バルブ2251~2256を閉じ、補助バルブ2260を開き、さらにメインバルブ2118を全開にして系内を一旦、高真空に排気する操作を必要に応じて行う。

【0194】また、膜形成の均一化を図るために、層形成を行っている間は、支持体2112を駆動装置（不図示）によって所定の速度で回転させることも有効である。

【0195】なお、上述のガス種およびバルブ操作は各々の層の作成条件にしたがって変更が加えられることはいうまでもない。

【0196】次に、電源にVHF帯の周波数を用いた高周波プラズマCVD（以下「VHF-PCVD」という）法によって形成される画像形成装置用感光体の製造方法について説明する。

【0197】図2に示した製造装置におけるRF-PCVD法による堆積装置2100を図3に示す堆積装置3100に交換して原料ガス供給装置2200と接続することにより、VHF-PCVD法による以下の構成の画像形成装置用感光体製造装置を得ることができる。なお、VHF-PCVD法の原料ガス供給装置2200は、図2のものと同一なので、これについては図2を参照して説明する。

【0198】この装置は大別すると、真空密化構造の、減圧にし得る反応容器3111、原料ガスの供給装置2200、および反応容器3111内を減圧にするための排気装置（不図示）から構成されている。反応容器3111内には円筒状支持体3112、支持体加熱用ヒータ3113、原料ガス導入管3114、電極3115が設置され、電極3115にはさらに高周波マッチングボックス3116が接続されている。また、反応容器3111内は排気管3121を通じて拡散ポンプ（不図示）に接続されている。

【0199】原料ガス供給装置2200は、SiH<sub>4</sub>、GeH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、PH<sub>3</sub>等の原料ガスのポンベ2221~2226とガスポンベのバルブ2231~2236、流入バルブ2241~2246、流出バルブ2251~2256およびマスフローコントローラ2211~2216から構成され、各原料ガスのポンベは補助バルブ2260を介して反応容器3111内の原料ガス導入管3114に接続されている。また、円

## 31

筒状支持体3112によって取り囲まれた空間3130が放電空間を形成している。

【0200】VHF-PCVD法によるこの装置での堆積膜の形成は、以下のように行うことができる。

【0201】まず、反応容器3111内に円筒状支持体3112を設置し、駆動装置3120によって支持体3112を回転させ、排気装置、例えば真空ポンプ（不図示）により反応容器3111内を排気管3121を介して排気し、反応容器3111内の圧力を $1 \times 10^{-7}$  Torr以下に調整する。つづいて、支持体加熱用ヒータ3113により円筒状支持体3112の温度を200～350℃の所定の温度に加熱保持する。

【0202】堆積膜形成用の原料ガスを反応容器3111に流入させるには、ガスボンベのバルブ2231～2236、反応容器3111のリークバルブ（不図示）が閉じられていることを確認し、また、流入バルブ2241～2246、流出バルブ2251～2256、補助バルブ2260が開かれていることを確認して、まずメインバルブ（不図示）を開いて反応容器3111およびガス配管（不図示）内を排気する。

【0203】次に、真空計の読みが約 $5 \times 10^{-6}$  Torrになった時点で補助バルブ2260、流出バルブ2251～2256を閉じる。

【0204】その後、ガスボンベ2221～2226より各ガスをバルブ2231～2236を開いて導入し、圧力調整器2261～2266により各ガス圧を2 kg/cm<sup>2</sup>に調整する。次に、流入バルブ2241～2246を徐々に開けて、各ガスをマスフローコントローラ2211～2216内に導入する。

【0205】以上のようにして成膜の準備が完了した後、以下のようにして円筒状支持体3112上に各層の形成を行う。

【0206】円筒状支持体3112が所定の温度になったところで流出バルブ2251～2256のうちの必要なものおよび補助バルブ2260を徐々に開き、ガスボンベ2221～2226から所定のガスを原料ガス導入管3114を介して反応容器3111内の放電空間3130に導入する。次にマスフローコントローラ2211～2216によって各原料ガスが所定の流量になるように調整する。その際、放電空間3130内の圧力が1 Torr以下の所定の圧力となるように真空計を見ながらメインバルブの開口を調整する。

【0207】圧力が安定したところで、周波数500 MHzのVHF電源（不図示）を所望の電力に設定して、マッチングボックス3120を通じて放電空間3130にVHF電力を導入し、グロー放電を生起させる。このようにして円筒状支持体3112により取り囲まれた放電空間3130において、導入された原料ガスは、放電エネルギーにより励起されて解離し、円筒状支持体3112上に所定の堆積膜が形成される。この時、層形成の

## 32

均一化を図るため支持体回転用モータ3120によって、所望の回転速度で回転させる。

【0208】所望の膜厚の形成が行われた後、VHF電力の供給を止め、流出バルブを閉じて反応容器3111へのガスの流入を止め、堆積膜の形成を終える。

【0209】同様の操作を複数回繰り返すことによって、所望の多層構造の感光層が形成される。

【0210】それぞれの層を形成する際には必要なガス以外の流出バルブは全て閉じられていることはいうまでもなく、また、それぞれのガスが反応容器3111内、流出バルブ2251～2256から反応容器3111に至る配管内に残留することを避けるために、流出バルブ2251～2256を閉じ、補助バルブ2260を開き、さらにメインバルブを全開にして系内を一旦、高真空に排気する操作を必要に応じて行う。

【0211】上述のガス種およびバルブ操作は各々の層の作成条件に従って変更が加えられることはいうまでもない。

【0212】いずれの方法においても、堆積膜形成時の支持体温度は、特に200℃以上350℃以下、好ましくは230℃以上330℃以下、より好ましくは250℃以上300℃以下が好ましい。

【0213】円筒状支持体3112の加熱方法は、真空仕様である発熱体であればよく、より具体的にはシース状ヒータの巻き付けヒータ、板状ヒータ、セラミックヒータ等の電気抵抗発熱体、ハロゲンランプ、赤外線ランプ等の熱放射ランプ発熱体、液体、気体等を温媒とし熱交換手段による発熱体等があげられる。加熱手段の表面材質は、ステンレス、ニッケル、アルミニウム、銅等の金属類、セラミック、耐熱性高分子樹脂等を使用することができる。

【0214】それ以外にも、反応容器3111以外に加熱専用の容器を設け、加熱した後、反応容器3111内に真空中で円筒状支持体3112を搬送する等の方法が用いられる。

【0215】また、特にVHF-PCVD法において、放電空間の圧力として、好ましくは1 mTorr以上500 mTorr以下、より好ましくは3 mTorr以上300 mTorr以下、最も好ましくは5 mTorr以上100 mTorr以下に設定することが望ましい。

【0216】VHF-PCVD法において放電空間3130に設けられる電極3115の大きさおよび形状は、放電を乱さないならばいずれのものでも良いが、実用上は直径1 mm以上10 cm以下の円筒状が好ましい。この時、電極3115の長さも円筒状支持体3112に電界が均一にかかる長さであれば任意に設定できる。

【0217】電極3115の材質としては、表面が導電性となるものならばいずれのものでも良く、例えば、ステンレス、Al、Cr、Mo、Au、In、Nb、Te、V、Ti、Pt、Pb、Fe等の金属、これらの合

金または表面を導電処理したガラス、セラミック、プラスチック等が通常使用される。

【0218】以上述べてきた、各構成および作用を単独であるいは適宜に組み合わせ、優れた効果を引き出すことが可能である。

【0219】図10にその一例を示す。1001は被帯電体（像担持体）としてのドラム型の電子写真感光体であり、矢印A方向（同図中、時計回り方向）に所定の周速度（プロセススピード）にて回転駆動される。

【0220】感光体1001の表面層の抵抗値は、その電荷保持能、帯電効率等の電気的特性を良好に有し、電圧により表面層が損傷する、いわゆるピンホールリークを防止するために、 $1 \times 10^{10} \sim 5 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ なる抵抗を有することが好ましい。より好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ である。この抵抗値の測定はHIOKI社（メーカー）製のM $\Omega$ テスターで0.25～1kVの印加電圧における測定にて行った。

【0221】1002は前記帯電キャリアを用いた接触帯電部材であり、多極磁性体1002-2と、その面上に形成された帯電キャリア（磁性粉体）による磁性ブラシ層1002-1とを備えている。接触帯電部材1002の多極磁性体1002-2は、表面の磁極をらせん構造をして構成してある。該磁極のらせん化は、例えば図1（b）に示すように、らせん状に構成した磁石と樹脂を組み合わせ構成しても良いし、スリーブ状に構成した透磁性の円筒中でゴムマグネット等の磁性体をらせんに構成しても良い。また、多極磁性体1002-2上に磁性ブラシ層1002-1を設けて接触帯電部材1002を構成した後、これに電圧を印加したときに、印加電圧が磁性ブラシ層1002-1の各部に良好に印加されるように、例えば銅テープやアルミニウムテープ（3M社製electricalテープ1181、同1170）等の透磁性、導電性のテープを張る、あるいは上述のように、透磁性の導電層を形成する等しても良い。

【0222】磁性ブラシ層1002-1は、前述のごとく磁性フェライトや磁性マグ、磁性トナーのキャリア等の帯電キャリアで構成される。

【0223】この接触帯電部材1002の磁性ブラシ層1002-1の抵抗値は、良好な帯電効率を保持するため、一方ではピンホール防止のためにHIOKI社（メーカー）製のM $\Omega$ テスターで0.25～1kVの印加電圧における測定にて、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ なる抵抗を有することが好ましい。より好ましくは $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ である。

【0224】感光体1001と多極磁性体1002-2との最近接間隙は、その帯電ニップ制御のために50～2000 $\mu\text{m}$ の範囲にスペーサ（不図示）等で安定的に設定されることが好ましく、より好ましくは100～1000 $\mu\text{m}$ である。その他に帯電ニップ調整用にブレード等の機構を設けても良い。

【0225】1003は接触帯電部材1002に対して電圧を印加する電源であり、この電源1003により直流電圧 $V_{dc}$ が帯電キャリアからなる磁性ブラシ層1002-1に印加されて、回転駆動されている感光体1001の外周面（表面）が均一に帯電される。

【0226】さらに、画像信号に応じて強度変調されるレーザビーム1005が走査されることによって感光体1001上に静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像剤（トナー）が塗布された現像スリーブ1006によってトナー像として顕像化された後、転写材1007上に転写ローラ1008を介して転写される。トナー像転写後の転写材1007は、定着器（不図示）によって表面のトナー像が定着された後、装置本体（不図示）外部に排出される。一方、トナー像転写後の感光体1001は、表面の転写残トナーがクリーニングブレード1009によって除去され、次の画像形成に供される。

【0227】以下、具体的な数値をあげてさらに実施例について詳述する。なお、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

〈実施例1〉図2に示すRF-PCVD法による画像形成装置用感光体の製造装置を用い、直径108mmの鏡面加工を施したアルミニウムシリンダー（支持体）上に、図14に示す条件で電荷注入阻止層、光導電層、表面層からなる感光体を作製した。さらに光導電層のSiH<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>との混合比ならびに放電電力を変えることによって、種々の感光体を作製した。

【0228】作製した感光体を画像形成装置（キヤノン製NP6060をテスト用に改造）にセットして、帯電能の温度依存性（温度特性）、メモリならびに画像欠陥を評価した。

【0229】温度特性は、感光体の温度を室温から約45℃まで変えて帯電能を測定し、このときの温度1℃当たりの帯電能の変化を測定して、2V/deg以下を合格と判断した。

【0230】また、メモリ、画像流れについては、画像を目視により測定し、1：非常に良好、2：良好、3：実用上問題なし、4：実用上やや難ありの4段階にランク分けした。

【0231】一方、円筒形のサンプルホルダーに設置したガラス基板（コーニング社7059）ならびにSiウエハー上に、光導電層の作製条件で膜厚約1 $\mu\text{m}$ のa-Si膜を堆積した。ガラス基板上の堆積膜にはAlの櫛型電極を蒸着し、CPMにより指数関数データの特性エネルギー（E<sub>u</sub>）と局在準位密度（D<sub>0</sub>・S）を測定し、Siウエハー上の堆積膜はFTIRにより含有水素量を測定した。

【0232】このときのE<sub>u</sub>と温度特性との関係を図4に、また、D<sub>0</sub>・Sとメモリ、画像流れとの関係を図5、図6に示す。いずれのサンプルも水素含有量は10～30原子%の間であった。

35

【0233】図4、図5および図6から明らかなように、 $E_u = 50 \sim 60 \text{ meV}$ 、 $D \cdot O \cdot S = 1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の範囲にすることが良好な電子写真特性を得るために必要であることがわかった。また、同様に表面層のサンプルを作製し、櫛型電極を用いて抵抗値の測定を行った。

【0234】つづいて、接触帯電部材を以下の条件で作製した。

【0235】多極磁性体はプラスチックマグネットを前述の要領で $\phi 18 \text{ mm}$ のローラ状に構成した。その磁極数は帯電ニップ幅内で複数存在するように構成することが好ましい。本実施例では6~18極の複数の磁極数を設定し、らせん状に構成したものと、長軸方向に無変化のものとの各々樹脂部品と組み合わせて作製した。

【0236】磁気ブラシ層は、5~35 $\mu\text{m}$ の磁性酸化鉄等のキャリアと1~5 $\mu\text{m}$ の小粒径マグ等の磁性粉とを、所定の比で混合した物を帯電キャリアとして使用した。該帯電キャリアは一般にトナーに利用される周知のキャリアと同成分の物でも良い。また、帯電ニップ幅は6~7mmとした。

【0237】作製した感光体と接触帯電部材を図10に示す画像形成装置にセットして、帯電能力を評価した。結果を図12に示す。接触帯電部材（同図では「磁気ブラシ」と表示）の抵抗値が、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ なる抵抗を有するとき、良好な帯電が得られた。より好ましくは、 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ のときに良好な帯電特性、および画像流れ等の環境特性が得られた。

【0238】接触帯電部材の抵抗が $1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 未満だった場合は、異常放電、ピンホールが発生し感光体が破損した。また、 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上だった場合は帯電効率が低下し、注入による帯電がほとんど生じなかった。

【0239】前述の感光体として下記のa~fを形成し、また、前述の接触帯電部材として下記A~Hを形成し、これらの適宜に組み合わせて図10に示す画像形成装置に装着し、温度23℃、湿度60%RHの環境で10万枚の耐刷試験を行い、耐久前（初期）と耐久後との画質を比較した。なお、本実施例の説明のうち、接触帯電部材の磁極が長軸方向に無変化のものは図9（b）のような形状であり、これに対し、本発明に係るらせん構造のものは図1（b）のような形状である。

【0240】結果を図15に示す。

【0241】接触帯電部材への印加電圧条件は、600V<sub>dc</sub>。プロセススピードは250mm/secで行った。また、磁気ブラシすなわち接触帯電部材は固定して耐久試験を行った。

【0242】感光体の条件は、

a :  $E_u$ は47meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

b :  $E_u$ は50meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$

36

c :  $E_u$ は52meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $9 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$

d :  $E_u$ は55meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$

e :  $E_u$ は58meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

f :  $E_u$ は64meV、 $D \cdot O \cdot S$ は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

本発明の接触帯電部材の多極磁性体、磁性ブラシ層の条件は、

A :  $7 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極は長軸方向に無変化

B :  $6 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極は長軸方向に無変化

C :  $7 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極はらせん構造

D :  $6 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極はらせん構造

E :  $5 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極はらせん構造

F :  $3 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$  18極構造、該磁極はらせん構造

G :  $6 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  6極構造、該磁極はらせん構造

H :  $6 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  12極構造、該磁極はらせん構造

図15の結果から、磁極をらせん構造にした場合の耐久性が優れていることが判明した。

【0243】また、そのらせんに際し磁極間隔は帯電ニップ幅以内となると耐久特性が優れていることが判明した。

【0244】さらに、サブバンドギャップ光吸収スペクトルから得られる指数関数データ特性エネルギーが50~60meV、かつ伝導帯端下0.45~0.95eVにおける局在状態密度が $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ であること、磁気ブラシ層が、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ なる抵抗を有することが好適条件であることが判明した。600V<sub>dc</sub>印加で帯電直後でTReK社（メーカー）製表面電位計にて測定したところ、暗状態電位が550~600Vであった。

〈実施例2〉図2に示す製造装置を用い、図16に示す作製条件で画像形成装置用感光体を作製した。このときの光導電層の $E_u$ と $D \cdot O \cdot S$ は、それぞれ55meV、 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ であった。

【0245】これに、磁極を12極有し、らせん状に構成した多極磁性体と、実施例1同様キャリアと磁性粉からなる磁気ブラシ層を有する磁気ブラシを接触帯電部材として作製した。抵抗は $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ であった。接触帯電部材への印加電圧条件は、600V<sub>dc</sub>。プロセススピードは250mm/secで、接触帯電部材を感光体との当接面で周速比が150%となるように同方向に回転させた（したがって、当接面ではそれぞれの表面が逆方向に移動することになる。図1（a）の矢印参照）。実施例1と同様の評価をしたところ、良好な画像が得られ

た。

【0246】接触帯電部材を回転させることにより、該接触帯電部材の停止の場合よりも磁極間が開いても帯電ニップ内で隣接する磁極が感光体との当接面に移動し、実質的に磁極間距離が小さい場合と同様の効果が現れるのではないと思われる。

〈実施例3〉多極磁性体1302の磁極を図13(b)に示すように接触帯電部材1300の長軸方向の中央部を境として、それぞれの端部側を対称ならせん状に構成し、該磁極に沿う形で高さ10~100 $\mu$ mの凸部を設けた。磁気ブラシ層1301は実施例2と同様のものを用いた。該接触帯電部材1300を所定の速度で、感光体104と同方向に回転させる（したがって当接面ではそれぞれの表面が逆方向に移動することになる。図13(a)参照）ようにした。該磁気ブラシ層1301の抵抗は $3 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ であった。

【0247】接触帯電部材1300への印加電圧条件は、600V<sub>dc</sub>とした。また、プロセススピードは200mm/secで行った。

【0248】これに、実施例2と同様の感光体104を用い、実施例1と同様の評価をしたところ、耐久後では実施例1よりもさらに良好な画像が得られた。

【0249】これは、以下の作用によるもの物と考えられる。

【0250】帯電キャリアの減少の大きな要因として、その端部からの帯電キャリア損失があげられる。接触帯電部材端部では、感光体104の非帯電部が隣接しており帯電キャリア移動の原因となる電界による静電引力が生じている。さらに端部においては、接触帯電部材1300の外部方向では該帯電キャリアを保持、抑制する効果が減少または無く、該帯電キャリアが感光体側に移動、減少する。

【0251】本実施例の構成では、接触帯電部材1300の回転にともない、該凸部、あるいは磁極部に穂立ち状態の磁性粉等の帯電キャリアにより接触帯電部材1300の磁気ブラシ層1301を構成する該帯電キャリアは、全体として接触帯電部材1300の長軸方向中央側に向かう力を受け、あるいは搬送されることにより、端部での帯電キャリアの減少を有効に防止できる。

〈実施例4〉外径80mm×長さ358mmのアルミニウムシリンダーを基体（支持体）とし、これにアルコキシメチル化ナイロンの5%メタノール溶液を浸漬法で塗布して、膜厚1 $\mu$ mの下引き層（中間層）を設けた。

【0252】次に、チタニルフタロシアニン顔料を10部（重量部、以下同様）、ポリビニルブチラール8部、およびシクロヘキサノン50部を直径1mmのガラスビーズ100部を用いたサンドミル装置で20時間混合分散させた。この分散液にメチルエチルケトン70~120（適宜）部を加えて下引き層上に塗布し、100℃で5分間乾燥させて0.2 $\mu$ mの電荷発生層を形成させた。

【0253】次に、この電荷発生層の上に図17に示す構造式のスチリル化合物10部とビスフェノールZ型ポリカーボネート10部をモノクロルベンゼン65部に溶解した。この溶液をディッピング法によって基体上に塗布し、120℃で60分間の熱風乾燥させて、20 $\mu$ m厚の電荷輸送層を形成した。

【0254】次に、この電荷輸送層の上に以下の方法で膜厚1.0 $\mu$ mの表面層を設けた。

【0255】酸成分としてテレフタル酸を、またグリコール成分としてエチレングリコールを用いて得られた高融点ポリエチレンテレフタレート（A）〔極限粘度で0.70dl/g、融点258℃（示差熱測定器を用いて10℃/minの昇温速度で測定した。また、測定サンプルは5mgで、測定しようとするポリエステル樹脂を280℃で溶融後、0℃の氷水で急冷して作製した）、ガラス点移転温度70℃〕100部とエポキシ樹脂（B）〔エポキシ当量160：芳香族エステルタイプ；商品名：エピコート190P（油化シェルエポキシ社製）〕30部とをフェノールとテトラクロロエタン（1：1）混合液100mlに溶解させた。さらに上述の溶液中に電荷保持粒子として、SnO<sub>2</sub>粉を60wt%混入させた。次いで光重合開始剤としてトリフェニルスルフォニウムヘキサフルオロアンチモネート（C）3部を添加して樹脂組成物溶解を調整した。

【0256】光の照射条件としては、2kW高圧水銀灯（30W/cm）を20cm離れた位置から130℃で8秒間照射して硬化させた。

【0257】このようにして作製した感光ドラムを、図10に示す画像形成装置において、前述の接触帯電部材A~Hを用いた。この条件下で、温度30℃、湿度80%RHの環境において10万枚の耐刷試験を行い、高湿画像流れ、およびまだらスジジジジ評価した。接触帯電部材への印加電圧条件は、700V<sub>dc</sub>。プロセススピード200mm/secで行った。帯電直後に測定した帯電電位は650V以上であった。評価の結果を図18に示す。

〈実施例5〉実施例4の保護層の代わりに次の保護層を形成した。電荷輸送層で用いたものと同じバインダーとして、アクリル樹脂中にSnO<sub>2</sub>粉を60wt%混入し、層上に膜厚1.0 $\mu$ mになるように塗布して感光体表面層とし、実施例4と同様に耐久テストを行った。結果を図18に示す。

〈比較例1〉実施例4で用いた感光体の保護層を用いない以外には実施例5と同様の感光体を作製し、実施例5と同様に耐久テストを行った。結果を図18に示す。

【0258】図18より、被帯電体が、高融点ポリエステル樹脂、および硬化樹脂を含み、SnO<sub>2</sub>等の電荷保持粒子を分散させた表面層、あるいはアクリル樹脂中にSnO<sub>2</sub>等の電荷保持粒子を分散させた表面層を有することが好適条件であることが判明した。



〈実施例6〉図3に示すVHF-PCVD法による画像形成装置用感光体の製造装置を用い、実施例1と同様に直径108mmの鏡面加工を施したアルミニウムシリダー（支持体）上に図19に示す条件で電荷注入阻止層、光導電層、表面層からなる感光体を作製した。

【0259】さらに光導電層のSiH<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>との混合比、放電電力、支持体温度および内圧を変えることにより、種々の感光体を作製した。作製した感光体を画像形成装置（キヤノン製NP6060をテスト用に改造）にセットして、帯電能の温度依存性（温度特性）、ブランク露光メモリおよびゴーストメモリを評価した。温度特性ならびにメモリの評価は実施例1と同様にした。さらにハーフトーン画像の濃度ムラ（ガサツキ）をメモリと同様、4段階のランク分けを行って評価した。

【0260】一方、光導電層の製条件で、円筒形のサンプルホルダーに設置したガラス基板（コーニング社 7059）およびSiウエハー上に膜厚約1μmのa-Si膜を堆積した。ガラス基板上の堆積膜にはAlの櫛型電極を蒸着して、CPMにより指数関数データの特性エネルギー（Eu）と局在単位密度（D.O.S）を測定し、Siウエハー上の堆積膜はFTIRにより含有水素量およびSi-H<sub>2</sub>結合とSi-H結合の吸収ピーク強度比を測定した。Eu、D.O.Sと温度特性、メモリ、画像流れとの関係は実施例1と同様であり、良好な電子写真特性のためにはEu=50~60meV、D.O.S=1×10<sup>14</sup>~5×10<sup>15</sup>cm<sup>-3</sup>であることが必要であることがわかった。さらに、図7に示すSi-H<sub>2</sub>/Si-Hとガサツキとの関係から、Si-H<sub>2</sub>/Si-H=0.2~0.5の範囲にすることが必要であることがわかった。

【0261】この感光体のうち、Eu、D.O.SおよびSi-H<sub>2</sub>/Si-Hが、各々54meV、8×10<sup>14</sup>cm<sup>-3</sup>、0.29の感光体について、接触帯電部材を用い、実施例2と同様の評価を行ったところ、良好な結果を得た。

〈実施例7〉図3に示す画像形成装置用感光体の製造装置を用い、図20に示す作製条件で画像形成装置用感光体を作製した。このときの光導電層のEu、D.O.SおよびSi-H<sub>2</sub>/Si-Hは、それぞれ53meV、5×10<sup>14</sup>cm<sup>-3</sup>、0.29であった。作製した画像形成装置用感光体を接触帯電部材を用い、実施例6と同様の評価をしたところ実施例6と同様に良好な特性が得られた。

〈実施例8〉図3に示す画像形成装置用感光体の製造装置を用い、図21に示す作製条件で画像形成装置用感光体を作製した。このときの光導電層のEu、D.O.SおよびSi-H<sub>2</sub>/Si-Hは、それぞれ56meV、1.3×10<sup>15</sup>cm<sup>-3</sup>、0.38であった。作製した画像形成装置用感光体を接触帯電部材を用い、実施例6と同様の評価をしたところ実施例6と同様に良好な電子写真

特性が得られた。

〈実施例9〉図3に示す画像形成装置用感光体の製造装置を用い、図22に示す作製条件で画像形成装置用感光体を作製した。このときの光導電層のEu、D.O.SおよびSi-H<sub>2</sub>/Si-Hは、それぞれ59meV、3×10<sup>15</sup>cm<sup>-3</sup>、0.45であった。作製した画像形成装置用感光体を接触帯電部材を用い、実施例4と同様の評価をしたところ実施例4と同様に良好な電子写真特性が得られた。

10 【0262】なお、上述の実施例1~9では、印加電圧として直流電圧（V<sub>dc</sub>）でのみならず、交流電圧+直流電圧（V<sub>ac</sub>+V<sub>dc</sub>）においても同様の効果が得られた。

【0263】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、磁気ブラシを用いた接触帯電部材の多極磁性体の極性をらせん型に構成することにより、極めて好適な画像安定化が達成された。

20 【0264】具体的には、第1に、帯電部材の多極磁性体の磁極をらせん化したこと、また磁極がニップ内に複数存在する構成にしたこと、また接触帯電部材を回転させ、実質的に帯電ニップ内の磁極数を増加させたことの単独、あるいは相乗効果により帯電ニップ内で磁極により帯電キャリアを再捕獲し、帯電キャリアが感光体に移動することによる減少を防止し、飛躍的に耐久性を向させることができた。また、これにより帯電キャリアが現像されてしまうこと、現像器中に混入し正規のトナー現像が妨げられる等による画質の低下が防止され、メンテナンスフリー化の促進が可能となった。

30 【0265】第2に、接触帯電部材における帯電キャリア損失の分布に着目し、接触帯電部材長軸方向で中央方向に帯電キャリアを搬送する機構を設けることにより、帯電キャリアの減少の大きな要因である帯電部材端部からの帯電キャリア損失を減少させた。

【0266】第3に、耐久性が向上した保護層に、さらに温度特性や電気的特性を向上させた新規な感光体を組み合わせることにより、夜間通電無し、省エネルギー、高画質保持のまま、高温画像流れの除去が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は実施例1における接触帯電部材、感光体の側面図。（b）は実施例1における接触帯電部材、感光体の正面図。

40 【図2】本発明の画像形成装置用感光体の光受容層を形成するための装置の一例で、RF帯の高周波を用いたグロー放電法による画像形成装置用感光体の製造装置の模式的説明図。

【図3】本発明の画像形成装置用感光体の光受容層を形成するための装置の一例で、VHF帯の高周波を用いたグロー放電法による画像形成装置用感光体の製造装置の模式的説明図。

50 【図4】感光体における光導電層のアーバックテイルの



41

特性エネルギー ( $E_u$ ) と温度特性との関係を示す図。

【図5】感光体における光導電層の局在状態密度 ( $D_0$ ,  $S$ ) と光メモリとの関係を示す図。

【図6】感光体における光導電層の局在状態密度 ( $D_0$ ,  $S$ ) と画像流れとの関係を示す図。

【図7】感光体における光導電層の  $Si-H_2$  結合と  $Si-H$  結合の吸収ピーク強度比とハーフトーン濃度ムラ (ガサツキ) との関係を示す図。

【図8】従来の画像形成装置の要部の構成を示す図。

【図9】従来の他の (磁気ブラシを用いた) 画像形成装置の要部の構成を示す図。

【図10】実施例1の画像形成装置の要部の構成を示す図。

【図11】(a) ~ (e) はそれぞれ別の感光体の構成を示す部分断面図。

【図12】磁気ブラシの抵抗と帯電状態との関係を示す図。

【図13】(a) は実施例3における接触帯電部材、感光体の側面図。(b) は実施例3における接触帯電部材、感光体の正面図。

【図14】実施例1の感光体の作製条件を示す図。

【図15】実施例1の各感光体と各接触帯電部材の組み合わせと画質との、耐久前 (初期) および耐久後の関係を示す図。

【図16】実施例2の感光体の作製条件を示す図。

【図17】実施例4における電荷輸送層を構成するスチリル化合物の構造式を示す図。

42

【図18】実施例4、実施例5および比較例1における各感光体と各接触帯電部材との組み合わせと画質との、耐久前 (初期) および耐久後の関係を示す図。

【図19】実施例6の感光体の作製条件を示す図。

【図20】実施例7の感光体の作製条件を示す図。

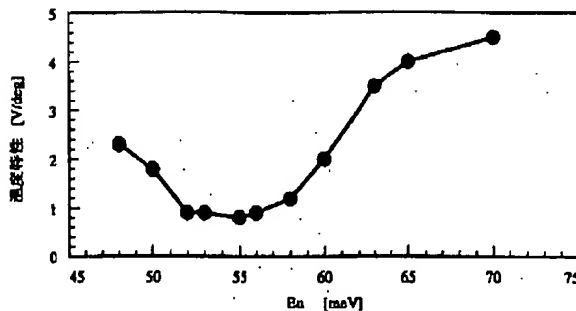
【図21】実施例8の感光体の作製条件を示す図。

【図22】実施例9の感光体の作製条件を示す図。

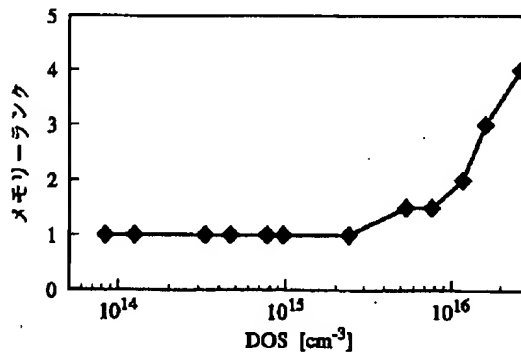
【符号の説明】

- |        |                       |
|--------|-----------------------|
| 100    | 接触帯電部材                |
| 101    | 磁性粉体 (磁気ブラシ層)         |
| 102    | 多極磁性体 (マグネットローラ)      |
| 103    | スパーサ                  |
| 104    | 被帯電体 (像担持体、感光体、感光ドラム) |
| 1001   | 被帯電体 (像担持体、感光体、感光ドラム) |
| 1002   | 接触帯電部材                |
| 1002-1 | 磁性粉体 (磁気ブラシ層)         |
| 1002-2 | 多極磁性体 (マグネットローラ)      |
| 1003   | 電源                    |
| 1101   | 支持体 (円筒状支持体)          |
| 1102   | 感光層                   |
| 1103   | 光導電層                  |
| 1104   | 表面層                   |
| 1105   | 電荷注入阻止層               |
| 1106   | 電荷発生層                 |
| 1107   | 電荷輸送層                 |

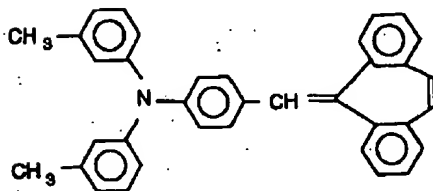
【図4】



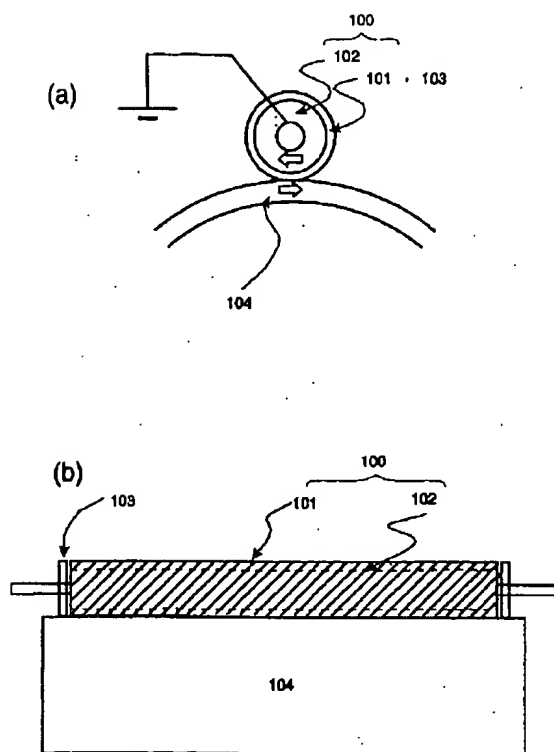
【図5】



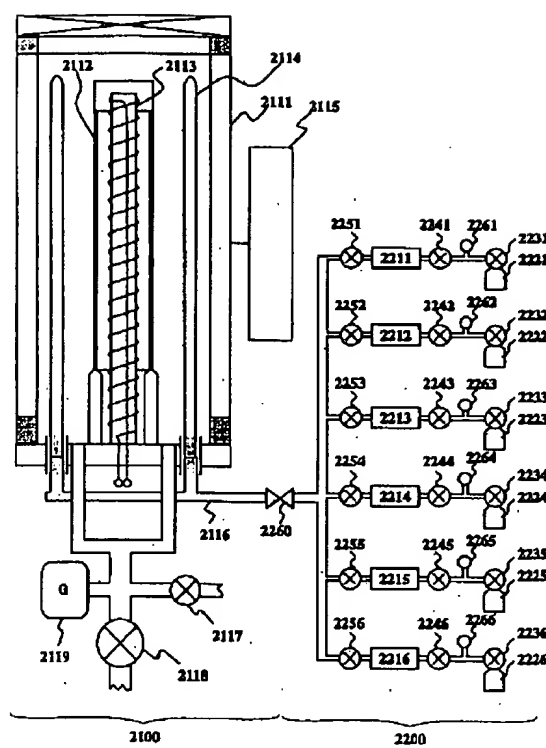
【図17】



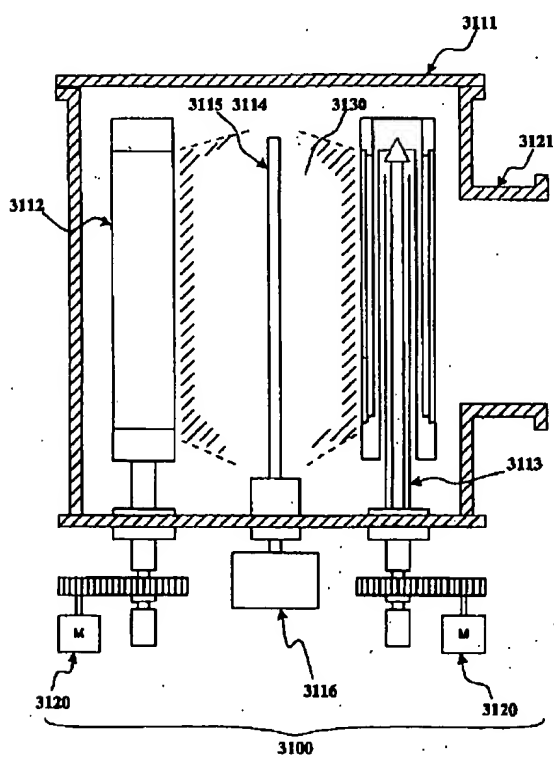
【図1】



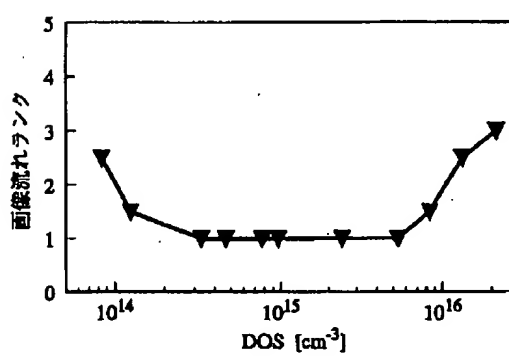
【図2】



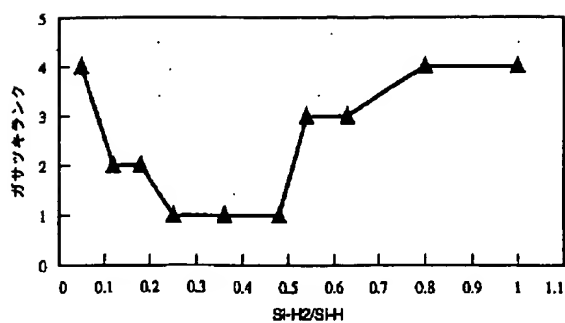
【図3】



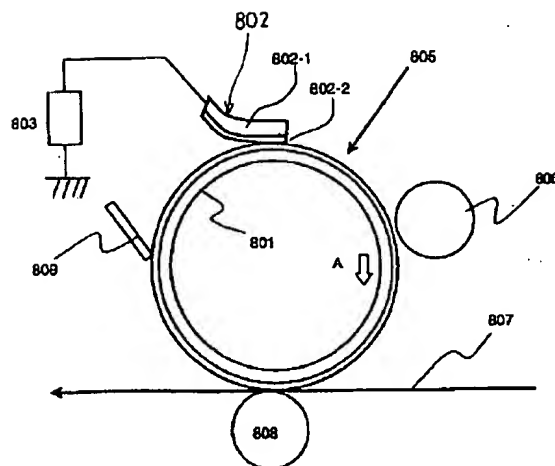
【図6】



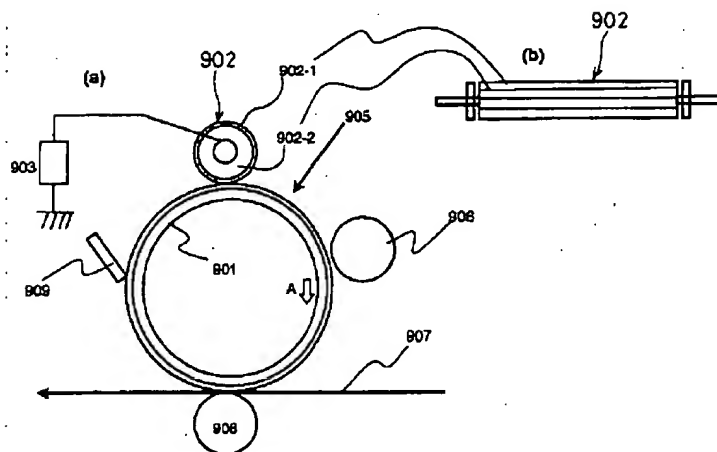
【図7】



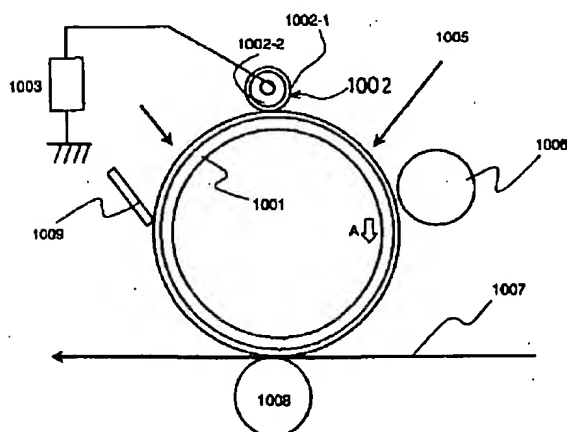
【図8】



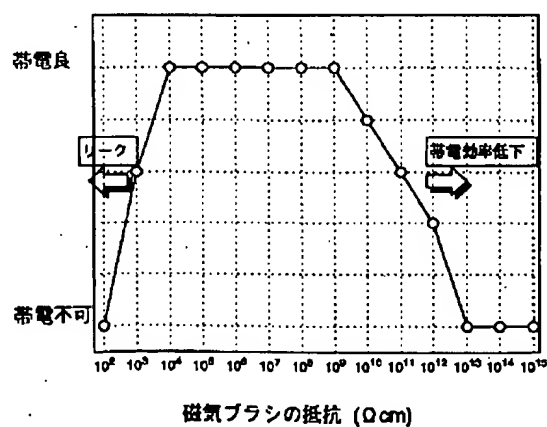
【図9】



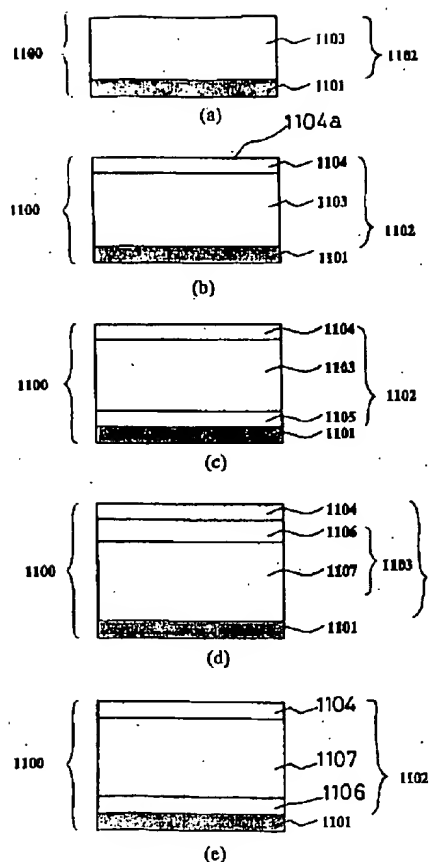
【図10】



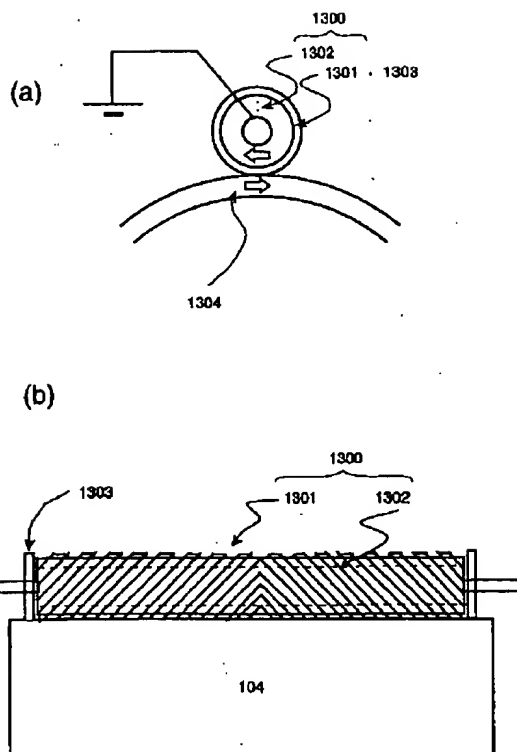
【図12】



【図11】



【図13】



【図15】

【図14】

	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種および流量			
SiH <sub>4</sub> [sccm]	100	200	10
H <sub>2</sub> [sccm]	300	800	
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	2000	2	
H <sub>2</sub> O [sccm]	50		
CH <sub>4</sub> [sccm]			500
支持体温度 [°C]	290	290	290
内圧 [Torr]	0.5	0.5	0.5
Power [W]	500	800	300
膜厚 [μm]	3	30	0.5

初期		帯電部材							
		A	B	C	D	E	F	G	H
感光体	a	x	△	x	△	△	x	△	△
	b	x	○	x	○	○	x	○	○
	c	x	○	x	○	○	x	○	○
	d	x	○	x	○	○	x	○	○
	e	x	○	x	△	△	x	△	△
	f	x	△	x	△	△	x	△	△

耐久後		帯電部材							
		A	B	C	D	E	F	G	H
感光体	a	x	x	x	△	△	x	x	x
	b	x	x	x	○	○	x	△	○-△
	c	x	x	x	○	○	x	△	○-△
	d	x	x	x	○	○	x	△	○-△
	e	x	x	x	△	△	x	x	△
	f	x	x	x	△-x	x	x	x	x

【図16】

	電荷注入阻止層	光導電層	中間層	表面層
ガス種および流量				
SiH <sub>4</sub> [sccm]	150	200	100	10
H <sub>2</sub> [sccm]	500	800		
PH <sub>3</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	1000			
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)		0.5	500	500
CH <sub>4</sub> [sccm]	20	300		
支持体温度 [℃]	250	250	250	250
内圧 [Torr]	0.3	0.3	0.2	0.1
Power [W]	300	600	300	200
膜厚 [nm]	2	30	0.1	0.5

【図18】

初期		帯電部材							
		A	B	C	D	E	F	G	H
感 光 体	実施例4	○	○	×	○	○	×	○	○
	実施例5	○	○	×	○	○	×	△	○
	比較例1	△	△	×	△	△	×	△	△

耐久後		帯電部材							
		A	B	C	D	E	F	G	H
感 光 体	実施例4	×	×	×	○	○	×	○-△	○-△
	実施例5	×	×	×	○	○	×	△-×	△
	比較例1	×	×	×	×	×	×	×	×

【図19】

	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種および流量			
SiH <sub>4</sub> [sccm]	150	200	200→10→10
SiF <sub>4</sub> [sccm]	5	3	10
B <sub>2</sub> [sccm]	500	800	
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	1500	3	
SO [sccm]	10		
CH <sub>4</sub> [sccm]	5		0→500→300
支持体温度 [℃]	300	300	300
内圧 [mTorr]	30	10	20
Power [W]	200	600	100
膜厚 [μm]	2	30	0.5

【図20】

	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
ガス種および流量			
SiH <sub>4</sub> [sccm]	300	100	20
H <sub>2</sub> [sccm]	500	600	
BzH <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	3000	5	
HD [sccm]	5	1	
NH <sub>3</sub> [sccm]			400
支持体温度 [°C]	290	310	250
内圧 [mTorr]	20	15	10
Power [W]	300	800	100
膜厚 [μm]	3	25	0.3

【図21】

	電荷輸送層	電荷発生層	表面層
ガス種および流量			
SiH <sub>4</sub> [sccm]	300	100	100→10→8
SiF <sub>4</sub> [sccm]	5	5	1
H <sub>2</sub> [sccm]	500	500	
BzH <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	10→2	2	
HD [sccm]	1		
CH <sub>4</sub> [sccm]	100→0		0→500→350
支持体温度 [°C]	280	250	250
内圧 [mTorr]	20	20	20
Power [W]	600	400	100
膜厚 [μm]	25	3	0.5

【図22】

	電荷注入阻止層	電荷輸送層	電荷発生層	中間層	表面層
ガス種および流量					
SiH <sub>4</sub> [sccm]	200	300	100	30	30
H <sub>2</sub> [sccm]	500	1000	600		
BzH <sub>6</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)		5→1	1	300	5
PH <sub>3</sub> [ppm] (SiH <sub>4</sub> に対して)	500				
	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1
CO <sub>2</sub> [sccm]	20	100→0	0.1	200	500
支持体温度 [°C]	250	250	250	250	250
内圧 [mTorr]	10	15	15	5	5
Power [W]	100	600	500	200	300
膜厚 [μm]	3	30	2	0.1	0.5